

이 과제는 2022년 고용노동부의 「고용영향평가사업」에 관한  
위탁사업에 의한 것임

# 재생에너지 확대가 고용에 미치는 영향

본 보고서는 한국노동연구원 고용영향평가센터의 2022년 고용영향평가  
사업으로 수행한 연구결과입니다.

**연구주관 · 시행기관 : 한국노동연구원**

## 연구진

연구책임자 : 곽은혜(한국노동연구원 부연구위원)

참여연구자 : 이정희(한국노동연구원 연구위원)

이승문(에너지경제연구원 연구위원)

김진수(한양대학교 공과대학 교수)

# 목 차

요 약 .....	i
제1장 서 론 .....	1
제1절 연구 배경 및 연구 목표 .....	1
1. 연구 배경 .....	1
2. 연구 목표 .....	3
제2절 주요 선행연구 .....	3
제3절 고용연계성 및 연구 범위 .....	5
1. 고용 연계성 .....	5
2. 연구 범위 .....	7
제4절 연구 방법 및 내용 .....	7
1. 양적 연구 방법 .....	7
2. 질적 분석 .....	9
3. 보고서 구성 .....	10
제2장 국내 재생에너지 제도 및 보급 동향 .....	11
제1절 서 론 .....	11
제2절 국내 재생에너지 보급 동향 .....	11
제3절 신재생에너지 보급 확대 지원 제도 .....	17
제4절 재생에너지 산업 밸류체인 .....	21
제3장 재생에너지 확대의 고용영향 .....	29
제1절 시나리오 설정 .....	29
1. 배경 : 에너지전환 정책 발표 현황 .....	29
2. 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안 발표 .....	31
3. 시나리오 .....	32

4. 원전 운영시기 연장을 가정한 추가 시나리오 검토 .....	34
제2절 산업연관분석 모형 및 가정 .....	36
제3절 분석 과정 및 자료 .....	42
제4절 분석 결과 .....	44
<b>제4장 밸류체인별 고용영향 .....</b>	<b>65</b>
제1절 데이터 구성 .....	65
제2절 밸류체인별 규모 .....	69
1. 태양광 발전 산업 밸류체인별 규모 .....	69
2. 태양광 발전 산업 밸류체인별 기업 수명 .....	75
3. 풍력발전 산업 밸류체인별 규모 .....	80
4. 풍력발전 산업 기업 수명 .....	86
5. 기타 재생에너지 관련 산업 .....	87
제3절 밸류체인별 고용영향 추정 .....	91
1. 분석 방법 .....	91
2. 태양광 발전 설비 확대의 고용 영향 .....	94
3. 풍력발전 설비 확대의 고용영향 .....	96
<b>제5장 재생에너지 확대와 고용영향 - 질적분석 .....</b>	<b>99</b>
제1절 들어가며 .....	99
제2절 재생에너지 산업의 고용효과 개요 .....	100
1. 재생에너지 산업 고용 .....	100
2. 면접조사에서 확인한 재생에너지 산업 고용 .....	106
제3절 재생에너지산업 일자리 질 분석 .....	109
<b>제6장 요약 및 정책제언 .....</b>	<b>113</b>
제1절 결과 요약 .....	113
1. 연구 내용 .....	113

2. 양적분석 결과 요약 .....	114
3. 고용영향 분석 결과 .....	115
4. 질적분석 결과 요약 .....	117
제2절 고용친화적 재생에너지 확대를 위한 정책제언 .....	118
1. 단기적 고용 안정을 위한 고용의 지속성 확보 .....	118
2. 장기적 고용 증대를 위한 시장안정화와 기술경쟁력 강화 .....	119
3. 일자리 질과 산업 전환에 대한 정책제언 .....	120
<b>참고문헌</b> .....	122
<b>[부 록] 국내 재생에너지 보급 제도</b> .....	124

## 표 목 차

〈표 1- 1〉 재생에너지원별 정의 및 설치 사례 .....	2
〈표 2- 1〉 신재생에너지원별 이용률 .....	15
〈표 2- 2〉 2020년 신재생에너지 산업 현황 총괄표 .....	22
〈표 2- 3〉 신재생에너지원별 기업체 수 .....	23
〈표 2- 4〉 신재생에너지원별 고용 인원 .....	23
〈표 2- 5〉 2020년 태양에너지 발전 소재 및 설비 제조업 현황 .....	24
〈표 2- 6〉 태양광 밸류체인별 기업체 수 변화 .....	25
〈표 2- 7〉 태양광 밸류체인별 고용 인원 .....	25
〈표 2- 8〉 2020년 풍력 발전 설비 제조업 현황 .....	26
〈표 2- 9〉 풍력 밸류체인별 기업체 수 변화 .....	26
〈표 2-10〉 풍력 밸류체인별 고용 인원 .....	27
〈표 3- 1〉 부문별 감축 목표 .....	31
〈표 3- 2〉 9차 전력수급기본계획 목표 .....	33
〈표 3- 3〉 2030년 전원믹스 구성안 .....	34
〈표 3- 4〉 2015년 기준년 상품분류표의 전력 및 신재생에너지 분류 .....	42
〈표 3- 5〉 중간투입 분할 기준 및 비중 .....	45
〈표 3- 6〉 태양광, 풍력 부문 분리 산업연관표 중간투입 부문 .....	47
〈표 3- 7〉 태양광, 풍력 부문 분리 산업연관표 부가가치 부문 .....	49
〈표 3- 8〉 태양광, 풍력 부문 분리 산업연관표 중간수요 부문 .....	49
〈표 3- 9〉 태양광, 풍력 부문 분리 산업연관표 최종수요 부문 .....	50
〈표 3-10〉 2030년 신재생에너지 발전량 전망(9차 전력수급기본계획) .....	52
〈표 3-11〉 재생에너지 부문 2019, 2030년 발전량 및 변화율(기준) .....	53
〈표 3-12〉 재생에너지 부문 2019, 2030년 발전량 및 변화율(NDC) .....	53
〈표 3-13〉 2030 재생에너지 부문 분리 산업연관표 중간투입 부문 (기준안) .....	54
〈표 3-14〉 2030 재생에너지 부문 분리 산업연관표 중간수요 부문(기준안) ·	55

〈표 3-15〉 2030 재생에너지 부문 분리 산업연관표 중간투입 부문(비교안) ·	56
〈표 3-16〉 2030 재생에너지 부문 분리 산업연관표 중간수요 부문 (비교안) .....	58
〈표 3-17〉 재생에너지 부문 고용계수 산정 .....	60
〈표 3-18〉 재생에너지 부문 고용유발계수 .....	60
〈표 3-19〉 재생에너지 부문 LCOE .....	62
〈표 3-20〉 재생에너지 부문 고용유발효과 .....	62
〈표 4- 1〉 산업대분류별 표본 구성 결과: 태양광 .....	68
〈표 4- 2〉 산업대분류별 표본 구성 결과: 풍력 .....	68
〈표 4- 3〉 태양광 밸류체인별 고용인원 .....	74
〈표 4- 4〉 연구개발 산업 기업의 시작 및 최종 관측 연도 .....	76
〈표 4- 5〉 연구개발 산업 기업의 시작 및 최종 관측 연도(소재 제조업) ...	76
〈표 4- 6〉 연구개발 산업 기업의 시작 및 최종 관측 연도(부품장비 제조업) ...	77
〈표 4- 7〉 연구개발 산업 기업의 시작 및 최종 관측 연도(수입 유통) .....	78
〈표 4- 8〉 건설업 기업의 시작 및 최종 관측 연도 .....	78
〈표 4- 9〉 발전업 기업의 시작 및 최종 관측 연도 .....	79
〈표 4-10〉 서비스업 및 기타 산업 기업의 시작 및 최종 관측 연도 .....	80
〈표 4-11〉 풍력 밸류체인별 고용인원 .....	86
〈표 4-12〉 풍력발전 관련 산업 기업의 시작 및 최종 관측연도 .....	87
〈표 4-13〉 기타재생에너지 밸류체인별 고용인원 .....	90
〈표 4-14〉 기타재생에너지 관련 산업 기업의 시작 및 최종 관측연도 .....	91
〈표 4-15〉 태양광 설비 확대의 고용영향 .....	94
〈표 4-16〉 풍력 설비 확대의 고용 영향 .....	96
〈표 5- 1〉 풍력발전 표준 직제 .....	101
〈표 5- 2〉 ○○발전 풍력단지 .....	102
〈표 5- 3〉 태양광 발전 표준직제(10MW급) .....	102
〈표 5- 4〉 설비 규모에 따른 인력 보정 .....	103
〈표 5- 5〉 발전소 건설 표준직제 .....	103

〈표 5- 6〉 연료별 발전의 고용효과(2015년 글로벌 분석을 통한 OECD 고용효과) .....	104
〈표 6- 1〉 분석 방법에 따른 재생에너지 확대의 고용영향 차이 .....	117
〈부표- 1〉 연도별 공급의무량 및 공급의무비율 .....	125
〈부표- 2〉 공급의무자별 별도 의무공급량 산정기준 .....	127
〈부표- 3〉 태양광, 해상풍력 가중치 개정 내역 .....	128
〈부표- 4〉 2022년도 공급의무자별 의무공급량 .....	129
〈부표- 5〉 신재생에너지원별 진입 REC 시장 .....	132
〈표부- 6〉 장기고정가격 입찰계약 및 한국형 FiT 제도 비교 .....	134

## 그림목차

[그림 1- 1] 고용연계성 .....	6
[그림 2- 1] 국내 신재생에너지 보급 추이 .....	12
[그림 2- 2] 국내 신재생에너지 발전량 추이 .....	13
[그림 2- 3] 신재생에너지 지역별 발전량 비중 추이 .....	14
[그림 2- 4] 신재생에너지 누적 설비 용량 추이 .....	15
[그림 3- 1] 국내 원자력 발전소 준공 및 폐지 일정 .....	35
[그림 3- 2] 투입산출표 예시 .....	36
[그림 4- 1] 연구개발 및 기타 기업체 수 변화 .....	70
[그림 4- 2] 제조업 기업체 수 변화 .....	70
[그림 4- 3] 수입 및 유통 기업체 수 변화 .....	71
[그림 4- 4] 건설 및 발전 사업체 수 변화 .....	72
[그림 4- 5] 서비스업 사업체 수 변화 .....	72
[그림 4- 6] 지역별 밸류체인별 기업체 수 .....	73
[그림 4- 7] 지역별 밸류체인별 고용 .....	74
[그림 4- 8] 풍력발전 관련 연구개발 및 기타 산업 기업체 수 .....	81
[그림 4- 9] 제조업 기업체 수 변화 .....	82
[그림 4-10] 수입 및 유통 기업체 수 변화 .....	82
[그림 4-11] 건설 및 발전 사업체 수 변화 .....	83
[그림 4-12] 서비스업 사업체 수 변화 .....	84
[그림 4-13] 지역별 밸류체인별 기업체 수 .....	84
[그림 4-14] 지역별 밸류체인별 고용 .....	85
[그림 4-15] (기타 재생에너지) 연구개발 및 기타 산업 기업체 수 변화 ..	88
[그림 4-16] (기타 재생에너지) 제조업 기업체 수 변화 .....	88
[그림 4-17] (기타 재생에너지) 수입 및 유통업 기업체 수 변화 .....	89
[그림 4-18] (기타 재생에너지) 건설 및 발전업 기업체 수 변화 .....	89

[그림 4-19] (기타 재생에너지) 서비스업 기업체 수 변화 .....	90
[그림 4-20] 연구개발 .....	95
[그림 4-21] 소재제조 .....	95
[그림 4-22] 부품제조 .....	95
[그림 4-23] 수입유통 .....	95
[그림 4-24] 건설 .....	96
[그림 4-25] 발전 .....	96
[그림 4-26] 기타서비스 .....	96
[그림 4-27] 전체 .....	96
[그림 4-28] 풍력발전 보급용량 및 고용인원 변화 .....	97
[부도- 1] REC 유연성 메커니즘 .....	130
[부도- 2] RPS 제도 운영체계 .....	131
[부도- 3] REC 거래시장 구조 .....	131
[부도- 4] 고정가격계약 입찰제도 운영 절차 .....	133
[부도- 5] 한국형 FiT 진행 절차 .....	134

# 요 약

## 1. 서론

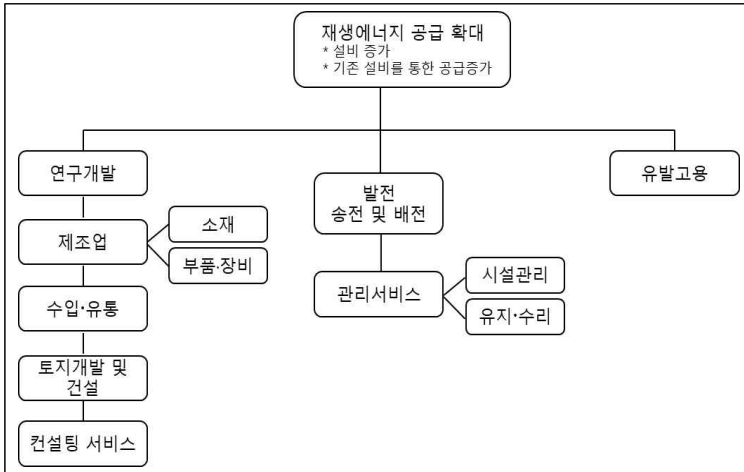
### □ 연구 목표

- 본 연구는 재생에너지 확대에 따른 양적 고용영향과 일자리 질을 분석하고, 재생에너지 전환에 따른 일자리 전환 가능성을 탐색함.
- 분석내용에 기반하여 고용친화적 에너지 전환 정책 방안을 모색

### □ 연구내용 및 방법

- 에너지원의 범위는 향후 발전 비중 및 투자 전망에 따라 태양광과 풍력 에너지로 한정하여 고용영향을 분석
  - 각 에너지원의 확대에 따른 직접고용과 간접고용 효과를 평가
  - 고용효과는 산업연관분석과 회귀분석을 이용하여 추정함. 두 가지 양적분석 방법을 통해 고용영향의 상한과 하한을 추정
  - 산업연관분석을 이용하여 태양광 및 풍력 발전 확대에 따른 2030년 고용 규모를 전망. 각 재생에너지원 관련 산업을 넓은 의미에서 정의하고 고용영향의 상한을 추정
  - 전국사업체조사를 이용하여 밸류체인별 태양광 및 풍력 발전 관련 산업의 규모를 파악하고 각 에너지원의 확대에 따른 고용영향을 밸류체인 단위에서 추정
- 데이터로 파악할 수 없는 필요인력 규모와 일자리 질에 관한 내용은 문헌조사와 면접조사를 통해 분석
- 재생에너지 산업 일자리 규모 및 질 향상을 위한 정책과제 도출

## □ 일자리 창출 경로



## 2. 양적분석 결과

### □ 산업의 규모

- 산업밸류체인 분류를 통한 태양광 및 풍력 발전 관련 기업체 수 및 고용인원은 2019년까지 증가 추세를 보임.
- 산업밸류체인 분류를 통해 추정한 태양광 발전 산업 고용 규모
  - 2016년 이후 연구개발, 토지개발 및 부동산업 기업체 수의 증가가 두드러짐.
  - 2019년 기준 연구개발 1,687명, 소재제조업 738명, 부품제조업 4,193명, 수입유통업 1,214명, 건설업 8,507명, 발전업 3,771명, 기타서비스업 609명으로 총 20,719명
  - 이는 국제재생에너지기구(IRENA)와 국제노동기구(ILO)에서 발간한 “Rrnewable Energy and Jobs-Annual Review 2021” 보고서에서 제시하는 한국의 2019년 태양광에너지 관련 직접고용

인원인 19,300명과 비슷한 수준임(제조업 약 7,600, 발전업 3,400, 건설업 8,300).

- 산업밸류체인 분류를 통해 추정된 풍력 발전 산업 고용 규모
  - 수입·유통업, 건설업, 유지·수리 서비스업 기업체 수의 증가가 두드러진 반면 제조업 기업체 수 변화는 크지 않음.
  - 태양광 발전에 비해 풍력은 저조한 보급으로 산업 생태계가 성숙하지 못함. 풍력 프로젝트가 원활하게 이루어지지 않아 성장에 한계를 보이고 분석 기간 동안 기업체 수 및 고용인원 변화가 매우 작음.
  - 2019년 기준 연구개발 246명, 소재제조 223명, 부품제조 361명, 수입유통 166명, 건설업 228명, 발전업 269명, 기타서비스업 117명으로 총 1,610명

#### □ 고용영향 분석 결과

- 태양광 발전 확대에 의한 고용전망(산업연관분석)
  - 2019년 발전량을 토대로 계산한 태양광 발전 관련 고용은 13,235명으로 추정
  - 기준시나리오에 따른 2030년 발전량을 기초로 계산한 태양광 발전 관련 고용 규모는 21,351명 증가한 34,586명 전망
  - 비교시나리오에 따른 2030년 발전량을 기초로 계산한 태양광 발전 관련 고용규모는 39,470명 증가한 52,705명 전망
- 태양광 발전 확대에 의한 고용 전망(밸류체인)
  - 설비용량 증가에 따른 고용 효과는 건설, 발전, 연구개발, 수입·유통, 기타서비스업, 소재제조, 부품제조의 순으로 크게 나타남.
  - 기준시나리오에 따른 설비용량 증가분에 대한 2030년 고용은 2019년 대비 7,418명 증가하여 28,137명 전망
  - 비교시나리오에 따른 2030년 고용은 2019년 대비 13,049명 증

가한 33,768명 전망

○ 풍력 발전 확대에 의한 고용 전망(산업연관분석)

- 2019년 발전량을 토대로 계산한 풍력발전 관련 고용은 3,211명으로 추정
- 기준시나리오에 따른 2030년 발전량을 기초로 계산한 풍력발전 관련 고용규모는 66,833명 증가한 70,044명 전망
- 비교시나리오에 따른 2030년 발전량을 기초로 계산한 풍력 발전 관련 고용규모는 103,510명 증가한 106,721명 전망

○ 풍력발전 확대에 의한 고용 전망(밸류체인)

- 설비용량 증가에 따른 고용 효과는 연구개발, 건설, 발전, 수입·유통, 기타서비스, 제조업 순으로 크게 나타남.
- 기준시나리오에 따른 설비용량 증가분에 따른 2030년 고용은 2019년 대비 7,945명 증가하여 9,555명 전망
- 비교시나리오에 따른 2030년 고용은 2019년 대비 12,461명 증가하여 14,071명 전망

### 3. 질적분석 결과

- 재생에너지산업의 직접 고용효과는 동일 용량 기준으로 석탄화력 발전보다 높지 않음(이는 건설, 운영 및 유지보수와 같은 직접 효과에 한정됨). 최근 기술 발전에 따라 직접고용 효과는 더 낮아질 가능성이 있음.
- 재생에너지 산업의 일자리 질은 발전공기업과 비교할 때 상대적으로 낮음. 재생에너지 산업이 주로 민간 부문 중심으로 운영되고 있고, 핵심 제조 및 운영 부문을 제외한 유지보수 인력은 협력 업체가 담당하는 중층적 구조를 갖추고 있기 때문에 임금·노동조건 등에서 격차가 발생

#### 4. 고용친화적 재생에너지 확대를 위한 정책제언

##### □ 단기적 고용 안정을 위한 고용의 지속성 확보

○ 태양광 및 풍력 발전 설비 확대에 의한 고용효과는 건설업과 발전업에서 가장 크게 나타나고, 이들 발전소의 건설 기간이 비교적 짧은다는 사실을 고려할 때 단기적으로 고용의 지속성을 높이기 위해서는 재생에너지 확대 계획에 따른 설비 용량 확대의 실현이 중요하다.

- 재생에너지 발전 용량 확대 속도에 맞는 계통연계 확충과 주민 수용성 문제 해결을 위한 방안 필요
- 발전소 건설 기간에 비해 변전소 및 송전선로 건설에는 6년 정도의 비교적 긴 시간이 필요하므로 재생에너지 확대 계획에 맞는 전력계통 완성을 위해 빠른 계획 수립과 다수의 발전단지가 공동으로 사용할 수 있는 인프라 구축이 필요

##### □ 장기적 고용 증대를 위한 시장안정화와 기술경쟁력 강화

○ 재생에너지 발전시설 뿐만 아니라 그와 연계된 산업 기술의 발전이 향후 장기적 고용 증대를 위해 필요

- 우리나라 재생에너지 산업은 낮은 국산화율과 낮은 기술 경쟁력으로 직접고용 효과가 낮음.
- 에너지 전환으로 인한 안정적 고용 확대를 누리기 위해서는 국내 시장의 불확실성을 낮추고 경제성을 판단할 수 있는 체계적인 시장로드맵 작성과 운영이 필요

○ 기술개발을 위한 지원 강화

- 주요 기술이 해외에 의존해야 하는 조건상 민간 주도의 기술개발에는 한계가 있을 것이므로 세계시장 수요를 반영한 차세대 태양광 개발, 대형 터빈 기술 및 전력저장장치 기술 혁신과 같

은 기술개발에 정부의 계획과 투자가 필요

□ 일자리 질과 산업 전환에 대한 정책제언

○ 산업전환 과정에서 불가피하게 발생할 인력 구조조정 문제에 대한 대응이 필요

- 에너지 산업 전환은 여타 산업구조조정과 비교할 때 정책 주도성이 두드러진다는 특징이 있는 만큼 전환 추진 과정에서 고용과 지역 위기에 대해 사전 검토를 하고 이해관계자의 참여를 보장하여 대응 계획을 수립할 필요가 있음.
- 산업전환에 따라 요구되는 기술·숙련 형성을 위한 교육 훈련 프로그램 운영, 프로그램 이수 후 일자리 전환 가능성 제고, 전직 과정에서 생계 및 주거 지원 등의 정책 마련을 생각할 수 있음.

## 서론

### 제1절 연구 배경 및 연구 목표

#### 1. 연구 배경

##### □ 재생에너지 정의

- 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법 제2조에 따르면 신재생 에너지란 기존의 화석 연료를 변환시켜 이용하거나 햇빛·물·지열·강수·생물유기체 등을 포함하여 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지를 일컫음.
- 신에너지 : 연료전지, 수소, 석탄액화·가스화 및 증질잔사유 가스화
- 재생에너지 : 태양광, 태양열, 바이오, 풍력, 수력, 해양, 폐기물, 지열, 수열

##### □ 재생에너지 연구의 중요성

- (에너지 공급 다양화) 재생에너지는 태양, 바람 등을 활용하여 무한 재생이 가능한 비고갈성 에너지로 화석 연료의 고갈로 인한 자원확보와 에너지 자립을 위한 에너지 공급방식의 다양화를 위해 필요

- (기후변화) 기후변화협약 등 세계적 환경규제에 대응하기 위해 CO2 발생이 거의 없는 환경친화형 청정에너지의 비중 확대 필요
- (고용 효과) 환경 기술 산업은 정보기술 산업, 생명공학기술 산업, 나노 기술 산업과 함께 시장 규모가 급격히 팽창하고 있는 미래 산업으로 시장 창출 및 경제성 확보를 위해서도 신재생에너지 산업의 발전이 중요해짐.

## □ 재생에너지원 소개 및 설치 사례

〈표 1-1〉 재생에너지원별 정의 및 설치 사례

태양광	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 태양의 빛에너지를 변환시켜 전기를 생산하거나 채광에 이용하는 설비</li> <li>- 솔라태양광발전소(경북 예천군 2009년), 가든파이버(서울 송파구, 2008년)</li> </ul>
태양열	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 태양의 열에너지를 변환시켜 전기를 생산하거나 에너지원으로 이용하는 설비</li> <li>- (주)경농(대구 달서구, 2009년), 실버홈 노인요양원(강원도 인제군, 2009년)</li> </ul>
풍력	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바람의 에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 설비</li> <li>- 영덕풍력발전단지(경북 영덕군, 2005년), 군산풍력발전단지(전북 군산시, 2007년)</li> </ul>
수력	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 물의 유동에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 설비</li> <li>- 동진강소수력발전소(전북 정읍시, 2008년), 광양소수력발전소(전남 광양시, 2007년)</li> </ul>
해양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양의 조수, 파도, 해류, 온도차 등을 변환시켜 전기 또는 열을 생산하는 설비</li> <li>- 시화호조력발전소(경기도 안산시, 2011년), 울돌목조류발전소(전남 진도, 2009년)</li> </ul>
지열	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 물, 지하수 및 지하의 열 등의 온도차를 변환시켜 에너지를 생산하는 설비</li> <li>- 양산부산대학교병원(경남 양산시, 2009년), 덕평복합휴게소(영동고속도로, 2006년)</li> </ul>
바이오	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오에너지(살아있는 생물체로부터 생겨나는 에너지)를 생산하거나 이를 에너지원으로 이용하는 설비</li> <li>- 통합형바이오가스 플랜트(충남 아산시, 2008년), 순천축분바이오가스발전시설(전남 순천시, 2008년)</li> </ul>
폐열	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 폐기물을 변환시켜 연료와 에너지를 생산하는 설비</li> <li>- 양산타워자원회수시설(경남 양산시, 2008년), 생활폐기물연료화 시설(강원도 원주시, 2006년)</li> </ul>
수열	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 물의 표층 열을 변환시켜 연료와 에너지를 생산하는 설비</li> </ul>

자료 : 1) 홍현균 외 (2020). 『신재생에너지 산업의 발전동향과 고용시장 분석』,  
2) 한국에너지공단 신·재생에너지센터.

## 2. 연구 목표

- 재생에너지 공급정책에 강조된 주요 재생에너지원의 고용영향을 분석
- 재생에너지 전환에 따른 일자리 질과 일자리 전환 가능성 탐색
- 분석내용에 기반하여 고용친화적 에너지 전환 정책 방안 모색

### 제2절 주요 선행연구

- 오상봉 외(2017), 신재생에너지 공급의무화제도(RPS)에서 의무공급량 증가가 고용에 미치는 영향
  - (연구내용) RPS 의무공급량 목표 증가가 일자리 양과 질에 미치는 영향을 평가
  - (연구방법) 정량분석을 위한 연구 방법으로 2013년 산업연관표를 사용하여 산업연관분석을 시행(고용유발계수 추정)
  - (연구결과) 연구 진행 당시 기존 RPS가 성공적으로 시행됐을 경우 신재생에너지 산업 전체 고용 현황을 56,945명으로 전망. 이 중 태양광 고용 비중은 44%, 풍력 고용 비중은 39%
- 서한결 외(2019), 신재생에너지 가치사슬 산업의 경제적 파급효과 비교 분석 연구
  - (연구내용) 신재생에너지 관련 가치사슬 산업의 2010년과 2015년 경제적 파급효과를 분석하고, 신재생에너지 생산에 따른 경제적 영향의 변화를 살펴봄.
  - (연구방법) 신재생에너지 가치사슬 산업을 원재료-부품소재-인프라-에너지 생산 산업으로 구분하고 산업연관분석을 통해 전후방 연쇄효과, 생산유발효과, 부가가치 유발 효과를 도출

○ (연구결과) 전후방 연쇄효과, 총생산유발계수는 2010년 대비 2015년 감소하였고, 총부가가치유발계수는 증가하였음.

○ (차이점) 위 연구는 전체 신재생에너지 확대에 대한 산업연관분석을 시행하였으나 본 보고서는 에너지원별 분석에 기초

□ 김기환·서유정(2019), 재생에너지 확대의 국민경제 파급효과 분석

○ (연구내용) 재생에너지 중 태양광과 풍력 산업에 맞는 산업연관표를 작성하고 각 재생에너지원 확대의 경제적 파급효과를 분석

○ 산업연관표를 이용한 분석의 한계 중 하나는 분석 대상이 되는 해에도 과거 산업연관표상의 경제구조가 그대로 유지된다는 가정을 적용한다는 것. 시간의 변화를 무시한 가정으로 인해 분석연도와 산업연관표의 시기적 차이가 커질수록 오차가 커지는 한계가 존재

○ 위의 오차를 보완하기 위해 2015년 산업연관표를 이용하여 2020년, 2030년 산업연관표를 전망하고, 이를 사용하여 재생에너지 확대에 따른 고용유발계수를 전망

□ 이슬기·길은선(2021), 빅데이터 분석을 이용한 신재생에너지산업의 규모 추정

○ (연구내용) 신재생에너지 중 태양광 발전과 풍력 발전 산업을 범위로 하여 두 에너지원의 가치사슬을 식별하고 가치사슬 산업 단계별 경제적 특성을 분석함(사업체 수, 고용, 매출액 현황 파악).

○ (연구방법) 보고서에서 제시하는 산업밸류체인은 “거시경제 내에서 차지하는 산업 규모를 정량적으로 측정”하는 방법으로 정의. 사업체의 주사업 정보를 텍스트 분석하여 각 가치사슬 산업에 해당하는 산업의 규모를 파악

○ (연구결과) 2018년 태양광 산업밸류체인 규모는 사업체 수 3,377개, 매출액 68,403억원, 종사자 수 12,411명. 풍력 산업밸류체인 규모는 사업체 수 274개, 매출액 11,734억원, 종사자 수 1,900명

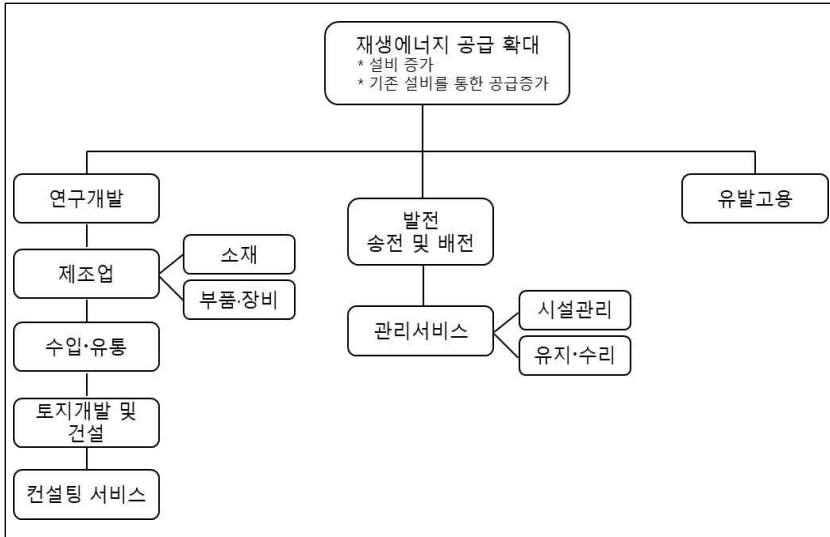
- (차이점) 위 연구는 2015~2018년 각 연도의 재생에너지 산업의 규모를 파악하였고, 본 보고서는 향후 재생에너지 확대에 의한 고용의 영향을 전망

## 제3절 고용연계성 및 연구 범위

### 1. 고용 연계성

- 밸류체인을 통한 고용 연계성
  - 신재생에너지 산업의 육성은 온실가스 감축을 위한 친환경에너지 확보와 에너지 공급 다양화를 통한 에너지 자립의 측면에서도 의의가 있지만 신재생에너지 산업의 국제시장의 확대에 대비하기 위한 신성장 동력으로서의 가치가 있음.
  - 신재생에너지 산업의 육성은 에너지 발전 단계에서만 시장가치를 창출하는 것이 아니라 부품 및 건설기술의 발전까지 영향을 미치고, 나아가 해외 시장에서의 기술 경쟁력 확보는 더 큰 시장가치를 기대할 수 있게 하는 성장 동력임. 따라서 재생에너지 확대의 고용영향을 추정하기 위해서는 재생에너지 생산에 관련된 산업의 생산 주체를 단계화하고 각각의 규모를 추정할 필요가 있음.
  - 이슬기·길은선(2021)은 재생에너지와 관련한 밸류체인을 개발-제조-유통-건설-발전-기타서비스의 6단계로 구조화하였는데, 이를 활용하여 재생에너지 확대에 의한 고용 창출을 산업별로 구조화할 수 있음.

[그림 1-1] 고용연계성



주 : 이슬기·길은선(2021)이 제시한 재생에너지 관련 가치사슬 산업을 참고·변형하여 구성하였음.

- 재생에너지 확대는 에너지 발전, 송전 및 배전, 전기 판매와 같은 전기 공급업에 고용을 유발하고, 시설관리·설비의 유지, 수리와 같은 관리 서비스 산업의 확대를 야기하고 이는 직접고용을 창출
- 재생에너지 생산 확대는 중간재 생산 및 관련 서비스 공급망 확대를 야기하고, 소재 및 부품·장비 제조업, 수입·유통업, 토지개발 및 건설업의 고용을 창출
- 재생에너지 확대는 관련 산업의 기술 발전을 위한 연구개발과 관련 산업의 전문 지식을 전달하고 창업을 돕는 등의 컨설팅 서비스 인력 수요 확대에도 기여할 수 있음.
- 간접고용의 형태로 파급되는 연관 산업에서 창출된 고용이 존재할 수 있고(예컨대, 재생에너지 단지 내의 관광업, 육아, 관련 종사자의 생활지원 등) 이를 유발고용으로 명칭. 유발고용은 대부분의 국가에서 신재생 에너지 산업 고용인력에 포함시키지 않음(홍현균 외, 2020).

## 2. 연구 범위

- ☐ (에너지원 범위) 향후 발전 비중 및 투자 전망에 따라 태양광과 풍력 에너지의 고용 영향을 분석
- ☐ 2030년까지 신규설비 97%를 태양광(63%)과 풍력(34%)에 집중할 계획 (3020 이행계획)
- ☐ 제9차 전력수급기본계획과 3020 이행계획에 따르면 2030년 이후 태양광 발전과 풍력 발전의 비중을 전체 재생에너지 중 80% 이상으로 목표
- ☐ 각 에너지원의 확대에 의한 직접고용과 간접고용 효과를 평가

## 제4절 연구 방법 및 내용

### 1. 양적 연구 방법

- ☐ 산업연관분석
  - ☐ 산업연관분석은 구조적 측면에서 산업간 연관관계를 파악하고 파급효과를 산정할 수 있다는 장점이 있어 정책 연구에 널리 활용되고 있음. 신재생에너지 확대에 의한 고용효과를 추정하기 위해서도 산업연관표에 기반하여 전후방효과와 고용유발계수를 계산하는 산업연관분석이 가장 널리 사용되고 있음.
- ☐ 산업연관분석의 어려움
  - ☐ 산업연관분석에 사용되는 투입산출표의 분류는 산업분류를 참고하여 최대 165개의 상품별로 나뉘어 있으며 산업분류의 세밀함 정도는 한국표

준산업분류 중분류(KSIC 10차 2자리, 77개)와 소분류(KSIC 3자리, 232개)의 중간에 해당(이슬기·길은선, 2021)

- ‘전력 및 신재생에너지’ 분류가 존재하지만 신재생에너지가 일반적인 발전업과 분리되어 별도로 제공되지는 않음. 전기변환공급장치를 제외하고는 발전에 사용되는 에너지 원료가 투입의 큰 비중을 차지하고 있어 재생에너지 생산에 투입되는 발전용 부품 제조, 건설, 유통 등의 산업 분석이 쉽지 않음(이슬기·길은선, 2021).
- 앞서 지정한 기존 산업연관표 분석의 한계를 고려하여 김기환·서유정(2019)의 보고서에서는 산업연관표의 산업 단위를 재생에너지 산업에 적합하도록 작은 단위로 분할하는 작업을 시행. 이 과정에서 어쩔 수 없이 강한 가정들이 다수 개입하는 한계가 있음.
- 예컨대, 태양광 설비를 위한 투입물인 “폴리실리콘”을 포함하는 “기초무기화합물”은 해당 품목에 할당된 산출액 전부가 태양광 산업에 투입된다고 가정. 이는 다른 산업에서는 해당 품목의 투입이 없다는 것을 가정한 것으로 다소 강한 가정일 수 있음(김기환·서유정, 2019).

#### □ 본 연구의 양적분석 방법

- 본 연구에서는 두 가지 방법을 고려하여 양적분석을 진행하고자 함. 두 가지 양적분석 방법을 통해 광의와 협의의 고용영향을 평가
  - 산업연관분석을 통해 각 재생에너지원 관련 산업을 넓은 의미에서 해석하고 고용영향의 상한을 추정
  - 밸류체인을 통해 각 재생에너지원 관련 산업을 직접적인 관련이 있는 산업으로만 정의하고, 고용영향의 하한을 추정
- 예컨대, 태양광에너지 발전소 건설에 필요한 폴리실리콘의 경우 산업연관분석을 시행하면 폴리실리콘 생산에 필요한 재료 산업들(예: 모래)의 고용영향까지 고려하지만, 밸류체인을 이용한 분석을 할 때에는 폴리실리콘 제조 기업의 고용영향만 고려함.
- 산업연관분석은 과대 추정의 우려는 있지만 산업간 연관관계를 구조적으로 파악할 수 있다는 장점이 분명하므로 재생에너지원에 맞도록 산업

연관표를 조정하여 고용영향을 전망

- 고용유발효과는 최종수요 한 단위 발생에 따라 유발되는 직접적인 고용과 간접적으로 발생하는 고용효과를 모두 포함하는 광의의 개념. 고용유발효과를 분석하기 위해 생산유발계수와 고용계수를 산업연관표에 기초하여 계산

- 우리나라는 5년에 한 번 전수조사를 통한 통계자료를 기반으로 산업연관표 실측표를 작성하고, 나머지 기간에 대해서는 RAS 방법론을 이용하여 간접표를 작성. 미래 시점의 산업연관표 추정 또한 RAS 방법을 이용

- 태양광과 풍력 분리 산업연관표 작성이 필요

○ 추가적으로 산업밸류체인 분석의 아이디어를 이용하여 산업연관분석보다 직접적인 의미에서 고용영향을 파악

- 에너지원별 밸류체인을 정의하고, 기업체 전수조사인 전국사업체조사를 활용하여 밸류체인별로 관련 기업을 분류함. 에너지원별 발전소 설립현황과 밸류체인별로 분류된 각 에너지원 관련 기업 데이터를 패널데이터로 구성하여 재생에너지 확대에 따른 고용영향을 밸류체인별로 추정함.

- 밸류체인별 기업 데이터를 구성하기 위해서는 기업의 사업 내용 변수를 텍스트 분석하여 관련 기업을 추출

## 2. 질적 분석

□ 분석의 목적

○ 데이터로 파악할 수 없는 필요 인력 규모와 일자리 질에 관한 내용을 문헌조사와 면접조사를 통해 분석함.

□ 연구내용

○ 재생에너지산업의 고용영향 분석

○ 재생에너지산업 일자리 질 분석

- 재생에너지산업 일자리 규모 및 질 향상을 위한 정책과제 도출

### 3. 보고서 구성

- 제2장에서는 재생에너지 확대와 관련한 제도를 검토하고, 재생에너지 보급 및 노동시장 동향을 분석
- 제3장에서는 재생에너지 확대의 양적 고용효과를 추정하기 위해 시나리오를 설정하고 산업연관분석을 시행
  - 시나리오는 현재 제시된 9차에너지수급기본계획과 2021년 10월 18일 발표된 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안에 기초하여 구성
- 제4장에서는 전국사업체조사를 이용하여 태양광 및 풍력 발전 관련 산업의 규모 및 고용영향을 밸류체인별로 분석함.
- 제5장에서는 재생에너지 확대에 의한 고용영향을 질적 연구 방법을 통해 살펴봄.
  - 에너지원 및 설비용량별 필요인력, 일자리 전환 가능성, 근로환경 등 고용의 질적 변화와 관련된 내용을 연구
- 제6장에서는 본문의 내용을 요약하고, 분석내용을 바탕으로 고용친화적 재생에너지 확대를 위한 정책에 대해 제언

## 제2장

# 국내 재생에너지 제도 및 보급 동향

### 제1절 서론

- 본 장에서는 재생에너지 확대의 고용영향을 추정하기에 앞서 재생에너지 관련 산업 현황을 살펴보고자 함.
- 먼저 제3장 시나리오 설정을 이해하는 데 도움을 주기 위해 재생에너지 보급 추이를 살펴봄.
- 이후 신재생에너지 보급을 확대하기 위한 지원 제도의 종류를 검토하고, 재생에너지 관련 산업들의 규모 및 고용 동향을 살펴봄.

### 제2절 국내 재생에너지 보급 동향<sup>1)</sup>

- 신재생에너지 공급량
- 1차에너지 공급에서 신재생에너지가 차지하는 비중은 '16년 2.3%에서

1) 본장의 수치는 한국에너지공단의 '2020년 신재생에너지 보급통계'를 기준으로 작성되었음. 본 연구의 대상은 재생에너지이지만, 통계는 보통 재생에너지와 신에너지를 통합해서 발표됨. 본 절에서는 재생에너지와 신에너지를 구분하지 않고 신재생에너지를 통합해서 분석함.

'20년 4.2%로 상승함.

※ 1차에너지 공급 추이 : 293.8백만 toe('16) → 291.5백만 toe('20)

※ 코로나 19로 인해 1차에너지 공급이 '19년 이후 감소

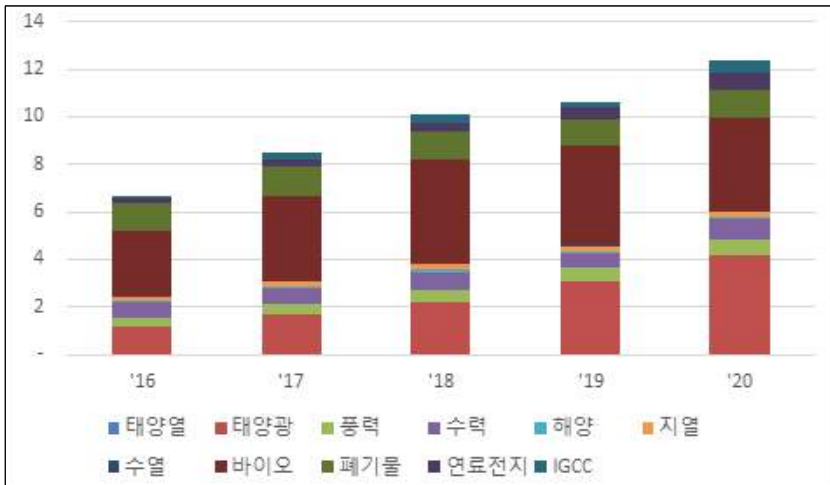
- 태양광이 동일 기간에 연평균 36.9%로 급증하면서 신재생에너지 공급 증가를 주도함.

- '20년 신재생에너지 공급 중 태양광이 차지하는 비중은 33.6%로 바이오를 제치고 가장 높은 비중을 기록함.

- 풍력은 동일 기간 연평균 17.2% 증가하였지만, 신재생에너지에서 차지하는 비중은 약 5.3~5.4%로 일정함.

[그림 2-1] 국내 신재생에너지 보급 추이

(단위: 백만 toe)



자료 : 한국에너지공단, 2020년 신재생에너지 보급통계.

## □ 신재생에너지 발전량 동향

○ 총발전량은 '10년 474.7TWh에서 '20년 579.9TWh로 연평균 2.0% 증가함.

- 신재생에너지 발전량은 동일 기간 5.9TWh에서 43.1TWh로 연평균 22.0% 증가함. 총발전량에서 차지하는 비중은 1.2%에서 7.4%로 상승함. 재생에너지와 신에너지는 각각 동일 기간에 연평균 20.6%, 40.5%

증가함.

○ 신재생에너지에서 재생에너지가 차지하는 비중은 동일 기간 96.7%에서 86.3%로 하락함.

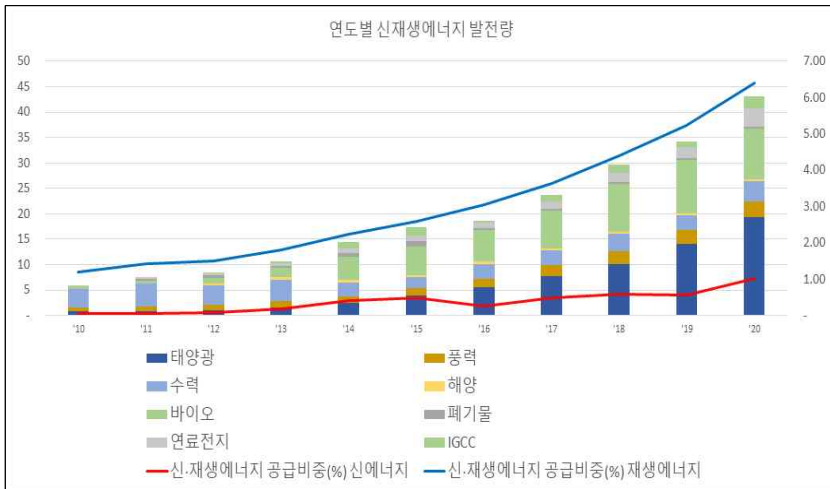
- 태양광이 동일 기간 연평균 38.0% 증가하면서 신재생에너지 발전량을 견인함. 태양광은 '17년 이후 신재생에너지 중 가장 많은 전력을 공급하는 원으로 등극함.

- 신재생에너지원 발전량 중 태양광 비중 변화: 13.1%( '10) → 44.8%( '20)

○ 풍력의 경우, 동일 기간 0.8TWh에서 3.1TWh로 연평균 14.4% 증가하였으나 신재생에너지 중 차지하는 비중은 13.9%에서 7.3%로 하락함.

[그림 2-2] 국내 신재생에너지 발전량 추이

(단위: GWh)



자료: 한국에너지공단, 2020년 신재생에너지 보급통계.

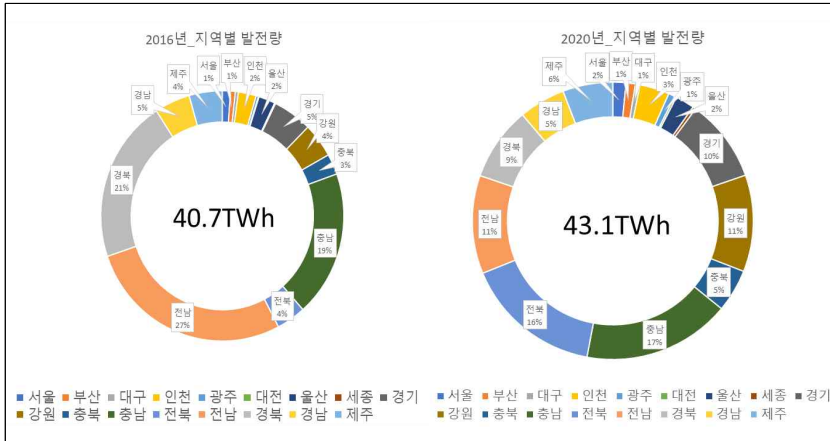
## □ 지역별 발전량 추이

○ 신재생에너지 총 발전량에서 지역별 비중은 에너지원별로 차이를 보임.

- 태양광의 경우, 전남이 '20년 기준 20.6%로 가장 큰 비중을 차지하고 있음. 전남, 전북, 경북, 충남이 약 60% 이상을 차지함.

- 풍력의 경우 경북이 '20년 기준 30.0%로 가장 큰 비중을 차지하고 있음. 강원, 전남, 경북, 제주가 대부분을 차지함.
- 신재생에너지 발전량은 재생에너지의 특징에 따라 지역적으로 편중된 모습을 보임.

[그림 2-3] 신재생에너지 지역별 발전량 비중 추이



자료 : 한국에너지공단, 2020년 신재생에너지 보급통계.

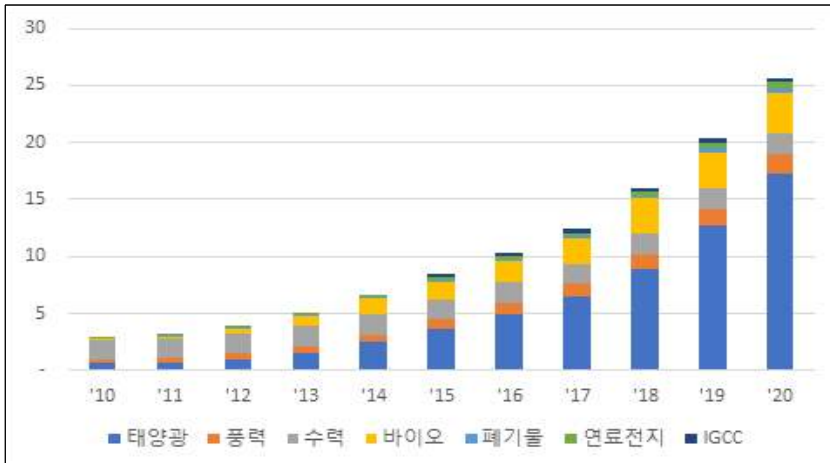
#### □ 국내 신재생에너지 발전용량 현황<sup>2)</sup>

- 신재생에너지 발전용량은 '10년 2.9GW에서 '20년 25.7GW로 연평균 24.6% 증가함.
- 태양광은 동일기간 연평균 38.9% 증가하고, 신재생에너지 발전용량에서 차지하는 비중도 22.8%에서 67.5%로 상승하면서 신재생에너지 발전용량 증가를 견인함.
- 풍력의 경우 연평균 16.2% 증가하였지만, 비중은 12.9%에서 6.4%로 하락함.
- 신재생에너지 발전량에서 '20년 기준 13.7%를 차지한 신에너지의 발전설비는 신재생에너지 발전설비 중 3.7%에 지나지 않음.

2) 본 절의 수치는 한국에너지공단의 '2020년 신재생에너지 보급통계'를 기준으로 작성되었음.  
<https://www.bnef.com/interactive-datasets/2d5d59acd9000010?data-hub=23>

[그림 2-4] 신재생에너지 누적 설비 용량 추이

(단위: GW)



자료: 한국에너지공단, 2020년 신재생에너지 보급통계.

#### ○ 신재생에너지 이용률

- 태양광의 평균 이용률은 15.4%로 하루 24시간 중 약 3.7시간 발전한다는 것을 의미함.
- 육상풍력은 이용률이 23%, 해상풍력은 30%로 풍력의 이용률이 태양광보다 높고 특히 해상풍력은 태양광 발전 이용률의 약 2배에 달함.

〈표 2-1〉 신재생에너지원별 이용률

에너지원	이용률(%)
태양광	15.4
육상풍력	23
해상풍력	30
수력	22
바이오	58
폐기물	80
해양	22.2
연료전지	73.4
IGCC	77.5

주: 일반적으로 재생에너지 이용률은 연도별로 동일하다고 가정.

자료: 한국전력거래소, “대규모 신재생발전기 사업성 평가기준 개선 용역”을 바탕으로 저자 작성.

## □ 국내 신재생에너지 보급 특징

- 국내 신재생에너지 보급에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 공급의무화제도(RPS)임.<sup>3)</sup>
  - 공급의무사는 RPS 의무량을 이행하기 위해 태양광, 바이오에너지, 연료전지 등을 많이 활용함.
  - 바이오에너지, 연료전지, IGCC는 연료기반 발전소이기 때문에 REC를 얻기에 태양광과 풍력보다 용이함.
  - 한국형 FiT 제도, 고정가격계약 경쟁 입찰 중 100MW 이하 20% 우선 배분 등 소규모 태양광 사업자 우대 정책에 힘입어 소규모 태양광 중심으로 태양광 보급이 활성화됨.
- 태양광과 풍력 등 가변적 재생에너지의 경우 재생에너지 특징에 따른 지역별 편중 현상을 보이면서 전력계통 연계 문제가 발생함.
  - 호남 지역은 태양광 에너지 자원이 우리나라에서 가장 풍부하여 많은 태양광이 설치되었지만, 전력계통 연계 문제를 겪고 있음. 호남 지역은 경제성 기반 시장 잠재량은 가장 많지만, 전력계통 연계를 고려한 시장 잠재량은 현격히 떨어짐.
  - 제주지역의 경우, 신재생에너지 비중이 '20년 16.2%로 증가함에 따라 77회, 19.4GWh의 출력제한이 발생함.<sup>4)</sup>
  - 제주도 출력제한 횟수 추이(회) : 6('16)→14('17)→15('18)→46('19)→77('20)→64('21). '21년의 경우 HVDC 역전송 효과로 감소함.<sup>5)</sup>
- 주민수용성 문제 등으로 대규모 재생에너지 보급이 저조함.
  - 발전소 건립에 대한 지역주민의 수용성이 낮아 풍력 등 대규모 재생에너지 보급이 잘 이루어지지 않고 있음.
  - 태양광의 경우, 소규모 태양광이 원활히 보급되면서 보급 목표를 달성하였지만, 대규모 프로젝트의 보급은 잘 성사되지 않는 모습을 보임.
- 풍력의 경우 RPS 제도상에서 보급 문제점이 발생함.

3) 공급의무화제도에 대한 자세한 설명은 부록 참조.

4) <http://www.jejusori.net/news/articleView.html?idxno=400501>(최종접속일 : 22.6.26).

5) <http://www.kharn.kr/news/article.html?no=19202>(최종접속일 : 22.6.26).

- 풍력발전 사업의 경우, 수의계약을 제외하면 발전사업을 할 수 있는 시장이 현실적으로 전무한 상황임.
- 현물시장의 경우, REC와 SMP 이중의 불확실성 문제 등으로 풍력 프로젝트의 PF 구성이 어렵기 때문에 풍력발전 사업에는 적합하지 않은 시장임.
- 또한, 풍력발전의 계약단가와 정산단가 차이로 풍력발전 사업자의 수익 불확실성이 높은 상태임.

### 제3절 신재생에너지 보급 확대 지원 제도<sup>6)</sup>

#### □ 재생에너지 지원 체계<sup>7)</sup>

○ 재생에너지 지원 체계는 크게 두 가지로 나뉨.

##### ① Feed-in 체계

- Feed-in Tariffs(FiT), Feed-in Premium(FiP) 등
- 가격기반 정책 : 정부가 가격 결정, 시장이 수량 결정

##### ② quotas 체계

- Renewable Portfolio Standard(RPS), Renewable Obligation(RO) 등
- 수량기반 정책 : 정부가 수량 결정, 시장이 가격 결정

정책	정의
FiT	정부(또는 전력판매자)가 고정된 가격으로 재생에너지 전력을 구매하는 제도
변동형 FiP	재생에너지 발전사업자는 전력 판매 수익으로 '전력판매가격+변동 프리미엄'을 받는 제도로, 전력판매가격은 전력도매시장에서 전력을 판매하는 가격이고, 프리미엄은 기준가격(입찰 시 낙찰가격)과 참조가격(reference price, 정부가 정함)과의 차이로 정함. 이 프리미엄은 정부가 참조가격을 정하는 기간에 따라 변할 수 있음.

6) 신재생에너지센터 홈페이지(<https://www.knrec.or.kr/biz/main/main.do>), 한국에너지공단(2022).

7) Panlo del Rio *et.al.*(2015, 8~9).

정책	정의
고정형 FiP	재생에너지 발전사업자는 전력 판매 수익으로 '전력판매가격+고정 프리미엄'을 받는 제도로, 프리미엄은 경매 또는 정부에 의해 정해지고, 계약기간 고정 금액임.
RPS	정부가 공급의무자(발전사업자 또는 전력판매자)에게 일정 비율 이상을 재생 에너지로 공급하게 하는 제도로, 재생에너지 사업자는 전력 판매 가격에 REC(Renewable Energy Certificate) 판매 가격으로 수익을 얻는 제도

#### □ 경매

- “경매는 FiT, FiP, RPS 제도 아래에서 재생에너지원의 보상 수준을 시장 원리로 비용효율적으로 결정해 주는 메커니즘임. 경매를 도입하지 않은 FiT, FiP 제도에서 지원 수준은 행정적”으로 결정됨.
- “경매를 통해 낙찰된 발전사업자는 고정된 판매 금액으로 장기계약을 할 수 있어 PF(Project Finance)”에 유리함.
- “경매는 재생에너지 지원 체계를 운영하기 위한 설계 요소로 특징”지를 수 있음.
- “경매 참여자가 저조하면 경매의 장점을 얻기 어려울 수 있으며, 정부의 목표 달성”이 쉽지 않을 수 있음.

#### □ 투자 보조금, 재정적 인센티브 제도

##### ○ 주택지원 사업<sup>8)</sup>

- “단독·공동(공공) 주택에 신재생에너지 설비를 보급함으로써 주택용 에너지 소비를 경감하고, 신재생설비 보급 확대 등을 통해 온실가스 저감, 신재생에너지 산업의 안정적 투자환경 및 시장조성 유도로 신 재생에너지 시장 창출 기여”를 목적으로 함.
- 태양광, 태양열, 지열, 소형 풍력, 연료전지 등을 주택에 설치할 경우 설치비의 일부를 정부가 보조하는 제도

8) [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_engy/intro\\_home.do?gubun=D](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_engy/intro_home.do?gubun=D)  
(최종접속일 : 2022.6.24).

- '21년까지 약 51만 호에 1조 이상을 지원함.<sup>9)</sup>

○ 건물지원사업<sup>10)</sup>

- “신재생에너지 설비 및 신기술에 대하여 설치비의 일부를 보조함으로써 신재생에너지 설비 보급 확대 및 관련 산업 육성 기반 조성”을 목적으로 함.

- 자가사용을 목적으로 일반건물이나 시설물에 신재생에너지 설비를 설치할 경우 정부가 80% 이내에서 보조하는 제도. 지방자치단체가 소유 관리하는 건물, 시설물 등은 제외

- 2021년까지, 약 9,500건에 대해 약 5,500억원 지원<sup>11)</sup>

○ 융복합 지원 사업<sup>12)</sup>

- “신재생에너지원 융합과 구역복합 등을 만족하는 성과 통합형 지원 사업으로 태양광·풍력 등 상호보완이 가능한 에너지원 설비를 특정 지역의 주택·공공·상업(산업) 건물 등에 설치하여 전기와 열을 공급하는 사업”

○ 지역지원 사업<sup>13)</sup>

- “지역특성에 맞는 환경친화적 신재생에너지 보급을 통하여 에너지 수급여건 개선 및 지역경제 발전을 도모하고자 지방자치단체에서 추진하는 신재생에너지설비 설치사업을 지원”하는 제도로 소요 자금의 50% 이내에서 지원

- 시설보조사업과 사회복지시설 지원 사업이 있음.

○ 태양광 대여 사업<sup>14)</sup>

- “정부보조금, 소비자의 초기투자비 부담없이 대여사업자가 설치·운

---

9) 한국에너지공단(2022, p.222).

10) [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_engy/intro\\_build.do?gubun=A](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_engy/intro_build.do?gubun=A)(최종접속일 : 2022.6.24).

11) 한국에너지공단(2022, p.225).

12) [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_engy/intro\\_cvg.do?gubun=A](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_engy/intro_cvg.do?gubun=A)(최종접속일 : 2022.6.24).

13) [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_engy/intro\\_region.do?gubun=A](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_engy/intro_region.do?gubun=A)(최종접속일 : 2022.6.24).

14) [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_engy/intro\\_solar.do?gubun=A](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_engy/intro_solar.do?gubun=A)(최종접속일 : 2022.6.24).

영·관리까지 책임지는 민간주도 보급 및 육성을 위한 사업”으로 단독 주택의 경우 최근 1년간 월평균 전력 사용량이 200kWh 이상을 대상으로 함.

- 대여사업자는 생산인증서(REP)와 대여료를 받을 수 있으며, 사업기간은 기본 7년이고, 최대 8년을 연장할 수 있음.

#### ○ 금융지원 사업<sup>15)</sup>

- “신재생에너지 이용설비 및 전용제품 생산을 위한 설비 설치시 장기 저리의 융자금을 지원”하는 제도로 시설자금, 생산자금, 운전자금을 지원함.
- 지원대상 시설로는 태양열, 태양광, 태양광집광채광 시스템, 바이오가스 생산·이용 설비, 석탄을 액화·가스화한 에너지 및 중질잔사유를 가스화한 에너지, 수력, 풍력, 연료전지, 수소에너지, 지열에너지, 신재생에너지 기술 사업화 지원, 수열에너지 설비 등이 포함됨.
- 총사업비 대비 지원 비율은 중소기업은 90% 이내이고 중견기업은 70% 이내임.
- 시설자금은 풍력 500억원 이내, 태양광 300억원 이내, 바이오 100억원 이내, 기타 분야 100억원 이내임.
- 생산자금은 300억원 이내이고, 바이오 분야는 100억원 이내임.
- 운전자금은 10억원 이내임.

#### ○ 주민참여자금 사업<sup>16)</sup>

- “태양광발전소와 풍력발전소 주변 주민이 발전사업에 지분투자를 하거나 채권 또는 펀드를 통해 참여하는데 소요되는 자금”을 지원하는 제도로 태양광은 500kW 이상, 풍력은 3MW 이상 발전소를 대상으로 함.
- 장기저리 융자를 통한 이익공유모델로 주민 수용성을 제고하고자 함.

#### ○ 녹색보증 사업<sup>17)</sup>

15) [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_fin/intro\\_fin.do?gubun=A](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_fin/intro_fin.do?gubun=A)(최종접속일 : 2022.6.24).

16) [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_fin/intro\\_citizen.do?gubun=A](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_fin/intro_citizen.do?gubun=A)(최종접속일 : 2022.6.24).

- “기술력은 있으나 신용 및 담보능력이 부족하여 은행대출을 받지 못하는 기업을 녹색보증을 통해 지원하여 신재생에너지 분야 기술경쟁력 강화”하는 제도

○ 공공기관 설치의무화 제도<sup>18)</sup>

- “공공기관이 신축·증축 또는 개축하는 연면적 1,000㎡ 이상의 건축물에 대하여 예상 에너지 사용량의 공급의무비율 이상(‘21년, 30%)을 신재생에너지로 공급토록 의무화한 사업”

## 제4절 재생에너지 산업 밸류체인

□ '20년 국내 신재생에너지 산업현황<sup>19)</sup>

- 국내 신재생에너지 산업의 사업체수는 약 82,000개, 종사자수 약 12만 명, 매출액은 약 25.5조, 투자액 약 7.7조를 기록함.
  - 사업체, 종사자수, 투자액은 발전·열 공급업 부문에 집중
  - 매출은 제조업이 가장 큰 부분을 차지함.
- 신재생에너지 제조업의 내수 매출은 약 4.9조원, 수출은 2.6조원, 해외 공장매출은 3.2조원으로 집계됨.
  - 발전설비제조업 부문이 내수 매출, 수출, 해외공장 매출에서 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 발전설비제조업 부문에서 태양에너지 발전 설비 부문이 가장 큰 비중을 차지
- 신재생에너지 건설업 현황에서 매출액은 7.2조원, 투자액은 995억으로 집계

17) [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_fin/intro\\_green.do?gubun=A](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_fin/intro_green.do?gubun=A)(최종접속일: 2022.6.24).

18) [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_policy/intro\\_govinstall.do?gubun=A](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_policy/intro_govinstall.do?gubun=A)(최종접속일: 2022.6.24).

19) 산업통상자원부·한국에너지공단(2021, pp.14~18).

- 매출액과 투자액에서 태양에너지 부문이 가장 큰 비중을 차지
- 신재생에너지 발전 및 열 공급업 현황에서 국내 매출은 6.0조원, 해외매출은 2,767억원, 투자액은 7.2조원으로 집계
  - 국내 매출과 투자액에서 태양에너지 부문이 가장 큰 비중을 차지하고 있으나, 해외 매출에서는 수력, 태양에너지, 풍력이 거의 비슷한 비중을 나타내고 있음.
- 신재생에너지 서비스업 현황에서, 국내 매출은 1.0조원, 해외 매출 2,443억원, 투자액 210억으로 집계
  - 국내매출에서 유지보수, 엔지니어링, 기타서비스업이 비슷한 수준의 국내 매출을 보임.

〈표 2-2〉 2020년 신재생에너지 산업 현황 총괄표

구분	사업체수 (개)	종사자수 (명)	매출액* (억원)	투자액 (억원)
신재생에너지 전 산업 합계	81,907	118,508	254,730	76,845
신재생에너지 제조업	499	12,759	107,369	3,180
신재생에너지 건설업	2,169	17,617	71,886	995
신재생에너지 발전 및 열 공급업	78,276	82,810	62,696	72,460
신재생에너지 서비스업	963	5,322	12,779	210

주: (제조업) 내수, 수출, 해외공장의 합계(건설, 공급, 서비스업) 국내 매출, 해외 매출의 합계.  
 자료: 한국에너지공단 신재생에너지센터 산업통계.

- 신재생에너지 제조 기업수는 지속적으로 감소하는 추세를 보임.
- 바이오를 제외한 모든 신재생에너지원의 기업수가 감소 추세를 보임.
  - 태양광, 풍력 등의 기업체 수가 감소하면서 고용인력도 감소하는 추세를 보임.
  - 태양광의 매출액이 크게 증가하지 않으면서 신재생에너지의 제조업 매출액도 '14~'19년에 연평균 1.3% 증가에 그침.

〈표 2-3〉 신재생에너지원별 기업체 수

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
태양광	123	127	108	118	102	97
태양열	24	21	17	17	13	7
풍력	34	36	28	26	22	18
연료전지	11	14	14	14	13	13
지열·수열	26	26	25	24	24	21
수력	4	4	3	5	4	4
바이오	100	128	116	121	110	123
소계	322	342	302	315	278	280
폐기물	125	132	101	124	109	34
합계	437	471	402	436	384	313

주: 동일 에너지원상의 2개 이상 품목을 영위하는 기업체의 중복을 제외한 수치로 품목별 기업체수의 단순합(팔호안)과 일치하지 않음.

자료: 한국에너지공단 신재생에너지센터 산업통계.

〈표 2-4〉 신재생에너지원별 고용 인원

(단위: 명)

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
태양광	6,900	8,639	8,360	7,909	7,732	7,538
태양열	283	229	219	195	140	85
풍력	2,083	2,232	1,718	1,778	1,580	1,524
연료전지	562	748	677	751	827	815
지열·수열	504	587	464	360	346	305
수력	81	83	86	100	79	71
바이오	1,423	1,493	1,604	1,647	1,595	1,750
소계	11,836	14,011	13,128	12,740	12,299	12,088
폐기물	2,011	1,899	1,452	1,662	1,531	390
합계	13,847	15,910	14,580	14,402	13,830	12,478

자료: 한국에너지공단 신재생에너지센터 산업통계.

#### □ 태양광 발전

- 태양광의 경우 중국 기업 대비 가격 경쟁력 열세 등으로 산업 생태계가 악화되는 모습을 보임.

- 폴리실리콘, 잉곳, 웨이퍼, 태양전지(셀) 등 태양광의 상류 생태계가 거의 사라지는 모습을 보이고 있음.
- 모듈의 경우, 기술 경쟁력을 갖고 있지만, 지속적으로 중국 기업이 성장하는 추세
- 태양광 산업 상류 생태계가 파괴되면서 상류 산업을 중심으로 일자리 고용도 감소하는 모습을 보임.

○ 태양광 산업의 매출액은 동일기간 1.3% 증가에 그침.

- 폴리실리콘 매출액은 연평균 5.1% 감소, 잉곳, 웨이퍼, 태양전지(셀) 매출액은 전무함.
- 기술경쟁력을 갖는 모듈 산업에서 매출액이 6.0% 증가하면서 태양광 산업의 매출액이 '+'를 유지함.

〈표 2-5〉 2020년 태양에너지 발전 소재 및 설비 제조업 현황

구분	사업체 수 <sup>1)</sup> (개)	기업체 수 <sup>1)</sup> (개)	종사자 수 (명)	매출액 <sup>2)</sup>				투자액 (억원)
				(억원)	내수	수출	해외 공장	
태양에너지 발전 소재 및 설비 제조업	216	207	7,761	61,242	21,856	17,695	21,691	2,352
태양전지용 소재 제조업	*	*	*	*	*	*	*	*
태양전지 셀 제조업	*	*	*	*	*	*	*	*
태양전지 모듈 제조업	31	25	4,297	47,970	12,610	15,735	19,625	2,033
태양에너지 집광·채광기 제조업	3	3	12	6	6	-	-	-
태양에너지 발전용 전력변환장치 제조업	36	36	756	3,932	3,900	32	-	108
태양에너지 발전용 전기 공급·제어 장치 제조업	54	54	481	1,356	1,356	-	-	18
태양에너지 발전용 구조재 제조업	42	42	498	1,918	1,916	3	-	69
태양에너지 발전용 기타 부품 및 장비 제조업	51	51	744	1,844	1,588	256	-	75

주: 1) 사업체수(기업체수)는 복수의 신재생에너지 제조업을 영위하는 사업체(기업체)의 중복을 제외 한 수치로 하위분류 사업체수(기업체수)의 단순합과 일치하지 않음.

2) 매출액은 신재생에너지 품목의 출하액 합계로 부가가치를 의미하지 않으며 내수, 수출, 해외공장 매출로 구성.

자료: 한국에너지공단 신재생에너지센터 산업통계.

〈표 2-6〉 태양광 밸류체인별 기업체 수 변화

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
폴리실리콘	6	7	4	3	3	3
잉곳	0	4	3	*	*	*
웨이퍼	0	4	4	3	*	*
태양전지(셀)	6	4	6	6	3	*
모듈	37	48	39	34	30	36
장비	18	14	17	9	7	*
전력변환장치	23	32	25	38	35	35
부품/소재	36	26	21	32	26	22
집광채광기	4	3	4	*	3	3
합계	123	127	108	118	102	97

자료 : 한국에너지공단 신재생에너지센터 산업통계.

〈표 2-7〉 태양광 밸류체인별 고용 인원

(단위: 명)

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
폴리실리콘	1,363	1,641	1,569	1,451	1,206	1,090
잉곳		1,008	729	*	*	*
웨이퍼		332	275	507	*	*
태양전지(셀)	213	201	314	192	144	*
모듈	2,847	2,857	2,956	3,269	4,049	4,330
장비	493	270	374	204	150	*
전력변환장치	804	1,059	855	946	867	944
부품/소재	1,146	1,252	1,245	1,290	970	896
집광채광기	34	19	43	*	26	16
합계	6,900	8,639	8,360	7,909	7,732	7,538

자료 : 한국에너지공단 신재생에너지센터 산업통계.

## □ 풍력발전

○풍력의 경우, 저조한 보급으로 산업 생태계가 성숙하지 못함.

- 풍력산업 생태계의 가장 큰 문제는 저조한 풍력 보급으로 인해 산업 인프라 구축이 쉽지 않다는 것임.

- 풍력산업은 차기 신성장동력으로 인식되고 있으나, 풍력 보급이 쉽지 않아 국내 풍력산업 활성화가 일어나지 못함.
- 이러한 상황으로, 풍력 업체의 투자 기회가 사라지고, 규모의 경제를 달성할 수 없게 되고, track record를 쌓을 수 있는 기회도 얻지 못함.
- 풍력의 이러한 상황은 지속적인 악순환 체계를 이루고 있음.

〈표 2-8〉 2020년 풍력 발전 설비 제조업 현황

구분	사업체 수 <sup>1)</sup> (개)	기업체 수 <sup>1)</sup> (개)	종사자 수 (명)	매출액 <sup>2)</sup>				투자액 (억원)
				(억원)	내수	수출	해외 공장	
풍력 발전 설비 제조업	25	25	1,555	19,202	3,435	5,583	10,184	240
풍력 발전용 날개 제조업	*	*	*	*	*	*	*	*
풍력 발전시스템 제조업	*	*	*	*	*	*	*	*
풍력 발전용 전력변환장치 제조업	-	-	-	-	-	-	-	-
풍력 발전용 전기 공급·제어 장치 제조업	-	-	-	-	-	-	-	-
풍력 발전용 구조재 제조업	7	7	364	13,357	2,239	934	10,184	9
풍력 발전용 기타 부품 및 장비 제조업	7	7	730	5,326	678	4,648	-	8

주 : 1) 사업체수(기업체수)는 복수의 신재생에너지 제조업을 영위하는 사업체(기업체)의 중복을 제외한 수치로 하위분류 사업체수(기업체수)의 단순합과 일치하지 않음.

2) 매출액은 신재생에너지 품목의 출하액 합계로 부가가치를 의미하지 않으며 내수, 수출, 해외공장 매출로 구성.

자료 : 한국에너지공단 신재생에너지센터 산업통계.

〈표 2-9〉 풍력 밸류체인별 기업체 수 변화

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
발전시스템	19	20	15	15	10	*
날개(블레이드)	0	*	*	*	*	*
타워	6	5	4	4	4	4
전력변환장치	0	*	*	*	*	-
부품	7	10	10	6	7	7
합계	34	36	28	26	22	18

자료 : 한국에너지공단 신재생에너지센터 산업통계.

〈표 2-10〉 풍력 밸류체인별 고용 인원

(단위: 명)

구분	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
발전시스템	738	691	522	544	452	*
날개(블레이드)	.	*	*	*	*	*
타워	509	461	428	401	270	282
전력변환장치		*	*	*	*	-
부품	836	998	725	772	766	767
합계	2,083	2,232	1,718	1,778	1,580	1,524

자료: 한국에너지공단 신재생에너지센터 산업통계.



## 재생에너지 확대의 고용영향

### 제1절 시나리오 설정

#### 1. 배경 : 에너지전환 정책 발표 현황<sup>20)</sup>

- ☐ 2017년 19대 정부 출범 후 공급 전환에 초점을 맞추어 에너지전환 정책 본격화
- ☐ 에너지전환 로드맵(2017년 10월)
  - 원전의 단계적 감축과 재생에너지 비중 확대
  - 원전 2017년 24기에서 2038년 14기로 감축
  - 재생에너지 비중 2016년 7%에서 2030년 20%로 확대
- ☐ 재생에너지 3020 이행계획(2017년 12월)
  - 재생에너지 비중 확대 계획 구체화
  - 재생에너지 비중 : 2016년 7%, 2022년 10.5%, 2030년 20%

20) 에너지전환 정책 내용은 김지효·김현제(2021), 『에너지전환 정책의 성과 및 향후 추진방향 연구』 참조

□ 제8차 전력수급기본계획(2017년 12월)

- 원전 신규 6기 건설 제외, 노후 10기 운영 연장 중단
- 2022년까지 노후 석탄발전소 10기 폐지
- 2030년까지 재생에너지 발전설비 확대(58.5GW)

□ 제3차 에너지기본계획(2019년 6월)

- 2019~2040년 기본계획
- 공급, 수요, 시장 및 시스템 전반까지 에너지전환 정책의 범위 확대
- 공급 : 2040년까지 재생에너지 발전량 비중 30~35%까지 확대
- 수요 : 2040년까지 에너지 기준수요 18.6% 감소
- 분산형, 참여형 에너지 시스템 구축을 위해 지자체 역할 강화

□ 제9차 전력수급기본계획(2020년 12월)

- 원전 신규 6기 건설 제외, 노후 10기 운영 연장 중단(8차와 동일)
- 석탄 발전 감소 계획 구체화: 석탄 발전소 폐지 계획 및 설비 용량 감축 계획 구체화
- 신재생에너지 설비용량 확대 : 2022년 26.1GW, 2030년 58GW

□ 제9차 전력수급기본계획을 기준으로 삼아 시나리오1 설정

- 제9차 전력수급기본계획은 에너지전환 로드맵, 온실가스 수정 로드맵, 그린뉴딜 계획 등 그간의 정부 정책, 발전 설비 현황조사 결과 등을 가장 종합적으로 반영
- 연구 진행 시점 제10차 전력수급기본계획이 발표전이므로 제9차 전력수급기본계획을 기준으로 하나의 시나리오를 구성함.

## 2. 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안 발표

- 2021년 10월 18일 국가 온실가스 감축목표 상향안이 발표됨.
- 기후 위기의 심각성과 국제사회 구성원으로서 대한민국의 역할을 종합적으로 고려하여 NDC 상향안 마련의 필요성이 제기되었고, 「탄소중립기본법」에서 설정된 NDC 최소기준과 국제 동향 등을 고려하여 2021년 10월 NDC 상향안을 발표함.
- 2018년 배출량 727.6백만톤 대비 40%에 해당하는 온실가스 감축률을 정하였고 2030년 436.6백만톤 배출을 목표로 함.
- 발표된 NDC 상향안에 따르면 부문별 주요 감축 방안 중 전환 부문 감축률이 크게 증가함에 따라 신재생에너지 활용 발전 확대의 중요성이 더 커졌음.
- 연구 시점에서는 제10차 전력수급기본계획이 발표되기 전이므로 NDC 상향안에서 제시하는 2030년 전원믹스 구성안을 바탕으로 시나리오2 구성

〈표 3-1〉 부문별 감축 목표

(단위: 백만 톤CO2eq)

구분	부문	기준연도(2018)	현 NDC	NDC 상향안
배출량		727.6	536.1	436.6
			(△191.5, △26.3%)	(△291.0, △40.0%)
배출	전환	269.6	192.7 (△28.5%)	149.9 (△44.4%)
	산업	260.5	243.8 (△6.4%)	222.6 (△14.5%)
	건물	52.1	41.9 (△19.5%)	35 (△32.8%)
	수송	98.1	70.6 (△28.1%)	61 (△37.8%)

〈표 3-1〉의 계속

구분	부문	기준연도(2018)	현 NDC	NDC 상향안
배출	농축수산	24.7	19.4 (△21.6%)	18 (△27.1%)
	폐기물	17.1	11 (△35.6%)	9.1 (△46.8%)
	수소			7.6
	기타	5.6	5.2	3.9
흡수 및 제거		-41.3	-48.6	-70.5

자료 : 관계부처 합동 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안(2021.10.18).

### 3. 시나리오

- 본 연구를 진행하는 시점 현재 공표된 정부의 전원 구성 계획은 2020년 12월에 발표된 「제9차 전력수급기본계획」으로 2020년부터 2034년까지의 전원 구성 계획을 담고 있음.
  - 2022년 8월 30일에 제10차 전력수급기본계획 총괄분과위 실무안이 공개되었으나, 확정안이라고 볼 수는 없음.<sup>21)</sup>
  - 이에 본 연구에서는 제9차 전력수급기본계획의 발전믹스와 상향된 국가온실가스감축목표(Nationally Determined Contribution, NDC)를 기준으로 태양광과 풍력 발전 확대가 고용에 미치는 영향을 분석함.
- 제10차 전력수급기본계획 총괄분과위 실무안의 공개된 내용을 토대로 볼 때 재생에너지 발전량은 제9차 전력수급기본계획보다는 크고 NDC 상향안에서 제시하는 값보다는 작을 것으로 예상됨.
- 이에 보고서에서는 10차 전력수급기본계획이 제시할 재생에너지 발전량 규모를 포함할 수 있는 상한(NDC 상향안)과 하한(9차 전력수급기본계획)을 시나리오로 설정하고 그 고용영향을 파악하고자 함.

21) 실무안 보도자료에 “실무안 내용 및 수치는 확정되지 않았으며, 향후 경제성장률 전망 등 최신 입력전제 반영, 전라환경영향평가, 관계부처 협의, 기타 의견수렴 절차 등을 통해 변경 가능”이라고 명시.

□ [시나리오 1] 9차 전력수급기본계획 목표 시나리오(기준안)

- 원전 운영 연장 없이 설계 수명 만료일에 가동 중지를 가정함으로써 원전 설비용량은 수명 만료 예정일에 맞추어 감소함.
- 이에 따라 2030년 태양광 발전 정격용량은 33,981MW, 풍력 발전의 정격용량은 17,679MW로 전망

〈표 3-2〉 9차 전력수급기본계획 목표

(단위: MW)

	태양광		풍력		원자력
	신규용량	보급전망	신규용량	보급전망	정격용량
2020		14294		1834	23,250
2021	3600	17894	750	2584	24,650
2022	3600	21494	800	3384	26,050
2023	3300	24794	1700	5084	26,800
2024	3300	28094	2000	7084	27,250
2025	3300	31394	2100	9184	25,350
2026	667	32061	1850	11034	23,700
2027	480	32541	1750	12784	22,050
2028	480	33021	1650	14434	21,100
2029	480	33501	1640	16074	20,400
2030	480	33981	1605	17679	20,400
2031	1700	35681	1550	19229	20,400
2032	2700	38381	1700	20929	20,400
2033	3613	41994	1845	22774	20,400
2034	3600	45594	2100	24874	19,400

주: 1) 원자력 발전 정격용량은 12월 기준.

2) 신한울 2호기 2022 가동, 신고리 5호기 2023 가동, 신고리 6호기 2024 가동 예정으로 반영. 각 1.4GW.

자료: 제9차 전력수급기본계획.

□ [시나리오 2] NDC 상향안에 따른 신재생에너지 보급 증가(비교안)

- NDC 상향안에 제시된 2030년 전원믹스 구성안에 따르면 신재생에너지의 발전량 비중은 30.2%로 구성(발전량 185.2TWh). 이는 제9차 전력수

급기본계획의 목표 발전량인 121.7TWh보다 훨씬 큰 수준임.

〈표 3-3〉 2030년 전원믹스 구성안

	원자력	석탄	LNG	신재생	암모니아	양수,기타	합계
발전량(TWh)	146.4	133.2	119.5	185.2	22.1	6	612.4
비중(%)	23.9	21.8	19.5	30.2	3.6	1.0	100

자료 : 관계부처 합동 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안 (2021.10.18).

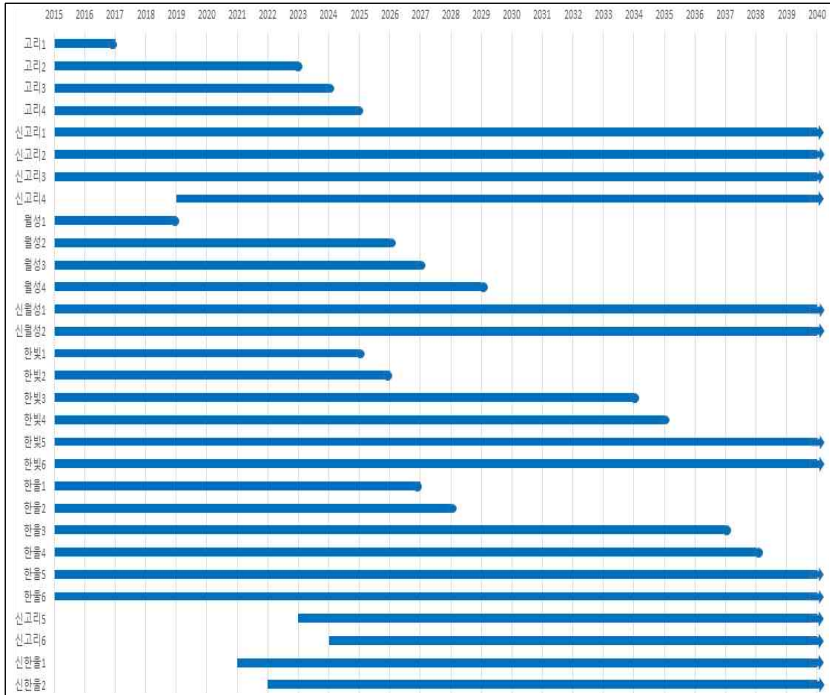
- 제9차 전력수급기본계획에서 제시하는 2030년 신재생에너지 발전량 및 정격용량은 각각 121.7TWh, 58GW임.
- NDC 상향안에서 제시하는 2030년 신재생에너지 발전량 목표와 제9차 전력수급기본계획을 토대로 시나리오2에서는 2030년 신재생에너지 보급 전망을 88.3GW로 제시함.
- 제9차 전력수급기본계획에 따르면 2030년 신재생에너지 보급 전망 중 태양광과 풍력발전의 비중은 각각 약 0.585, 0.305임. 같은 비율을 가정하고, 2030년 NDC 상향안 전원믹스 구성안을 반영한 2030년 태양광 및 풍력발전의 보급 전망은 각각 51,673MW, 26,884MW임.
- NDC 상향안을 반영한 태양광 및 풍력발전의 보급 전망은 제9차 전력수급기본계획보다 각각 17,692MW, 9,205MW 더 큰 수준임.

#### 4. 원전 운영시기 연장을 가정한 추가 시나리오 검토

##### □ 원전 준공 및 폐지 일정

- 준공 예정 : 신한울 2호기(1.4GW), 신고리 5, 6호기(2.8GW)
- 2034년까지 노후 11기 운영 중단(9.5GW) : 고리 2~4호기, 한빛 1~3호기, 월성 2~4호기, 한울 1, 2호기
- 제9차 전력수급기본계획은 노후 원전 수명은 연장하지 않고, 원전 건설은 신규로 추진하지 않음을 가정함.

[그림 3-1] 국내 원자력 발전소 준공 및 폐지 일정



주: 신고리 5, 6호기, 신한울 2호기 운영 허가 연도는 예정.  
 자료: 원자력안전위원회(2020년 12월), 국내 원자력 발전소 현황을 이용하여 저자 작성.

#### □ 원전 연장 가정시 시나리오

- 2030년 NDC 상향안에 제시된 전원믹스 구성안이 제9차 전력수급기본 계획처럼 노후 원전 수명 연장과 신규 원전 건설이 없다는 가정 아래 마련된 것이라면, 원전 안전성 검사 후 운영 시기를 10년 연장한다는 가정을 생각할 수 있음.
- 이 경우 원전 가동 중지로 인한 원전 정격용량 감소분을 축소할 수 있고 그만큼 신재생에너지 발전량 비중이 감소한다는 시나리오를 추가로 생각할 수 있음.
- 원전 10기 운영 중단시 원전 정격용량은 20.4GW, 원전 10기 운영 연장시 원전 정격용량은 28.85GW
- 원전 10기 운영 연장으로 원자력 발전량 비중이 증가하고 신재생에너지

발전량 비중이 그만큼 감소한다는 가정 아래 구성한 발전량은 원자력 207.04TWh(33.8%), 신재생에너지 124.56TWh(20.33%)임.

- 이는 제9차 전력수급기본계획에 제시된 신재생에너지 목표 발전량 기준인 121.7TWh와 비슷한 발전량임.
- 본 보고서에서는 재생에너지 확대에 의한 고용영향을 평가하는 것이 연구 목표이므로 시나리오1과 차이가 미미한 이 경우는 추가 시나리오로 구성하지 않음.

## 제2절 산업연관분석 모형 및 가정

### □ 산업연관표

- 산업연관표는 일정기간 동안 국민경제 내에서의 재화와 서비스의 생산

[그림 3-2] 투입산출표 예시

		중 간 수 요						최 종 수 요	총수요	총 산출액 <sup>1)</sup>	수입	판매물 발생(+)	총공급
		1	2	...	j	...	n						
중 간 투 입	1	$x_{11}$	$x_{12}$	...	$x_{1j}$	...	$x_{1n}$	$y_1$		$x_1$	$m_1$	$z_1$	
	2	$x_{21}$	$x_{22}$	...	$x_{2j}$	...	$x_{2n}$	$y_2$		$x_2$	$m_2$	$z_2$	
	⋮	⋮	⋮		⋮		⋮	⋮		⋮	⋮	⋮	
	i	$x_{i1}$	$x_{i2}$	...	$x_{ij}$	...	$x_{in}$	$y_i$		$x_i$	$m_i$	$z_i$	
	⋮	⋮	⋮		⋮		⋮	⋮		⋮	⋮	⋮	
	n	$x_{n1}$	$x_{n2}$	...	$x_{nj}$	...	$x_{nn}$	$y_n$		$x_n$	$m_n$	$z_n$	
소 계													
순생산물세													
판매물발생(-)													
중간투입계													
부 가 가 치		$v_1$	$v_2$	...	$v_j$	...	$v_n$						
총 투 입 액		$x_1$	$x_2$	...	$x_j$	...	$x_n$						

주 : 1) 자가공정 산출액 포함

자료 : 한국은행(2014), p. 51.

및 처분 과정에서 발생하는 모든 거래를 일정한 원칙과 형식에 따라 기록한 종합적인 통계표(한국은행, 2014)

- 산업연관표는 공급사용표와 투입산출표로 구분할 수 있으며, 본 연구에서는 상품을 기준으로 생산내역을 나타내는 투입산출표를 사용
  - 투입산출표는 각 상품의 생산과 사용내역에 대한 정보를 「상품×상품」행렬 형태로 나타낸 통계표(그림 3-2)

#### □ 산업연관분석과 생산유발계수

- 산업연관분석에서는 산업연관표의 투입계수(input coefficients) 및 부가가치율을 의미하는 부가가치계수를 매개로 최종수요에 의해 발생하는 직·간접적인 생산, 부가가치, 노동을 정량적으로 분석
  - 투입계수는 각 품목이 재화나 서비스 생산에 사용하기 위해 구입한 각종 원재료, 연료 등의 중간투입액을 해당 상품의 총투입액(또는 총산출액)으로 나눈 것(한국은행, 2014)
  - 부가가치율은 노동 등 본원적 투입물에 대한 대가인 피용자보수, 영업잉여 등 부가가치액을 총투입액으로 나눈 것(한국은행, 2014)
  - 앞서 소개한 [그림 3-2]와 같은 투입산출표의 구조를 활용하여 투입계수와 부가가치계수를 산정할 수 있으며, 각각 다음의 식 (1) 및 (2)와 같이 표현됨.

$$\text{투입계수: } a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j} \quad (1)$$

$$\text{부가가치계수: } a_j^v = \frac{v_j}{x_j} \quad (2)$$

- 특정 상품(산업)의 최종수요가 1단위 발생했을 때, 투입계수와 부가가치율에 따라 다른 부문에서 새로운 중간투입과 부가가치 발생
  - 생산의 파급과정은 품목이 많아질수록 1차, 2차, 3차를 넘어 무한히 계속되며, 투입계수만을 이용하여 그 파급효과를 계산하는 것에 한계 존재

- 최종수요에 의해 발생한 생산의 파급과정을 모두 합친 파급효과의 합을 생산유발효과라고 정의하며, [그림 3-2]의 투입산출표를 아래의 식 (3)과 같은 수급방정식으로 변환한 뒤 역행렬을 이용해 생산유발효과를 계산

$$\begin{array}{ccccccc}
 a_{11}x_1 + \cdots + a_{1j}x_j + \cdots + a_{1n}x_n + y_1 - m_1 - z_1 & = & x_1 \\
 \vdots & & \vdots \\
 a_{i1}x_1 + \cdots + a_{ij}x_j + \cdots + a_{in}x_n + y_i - m_i - z_i & = & x_i \\
 \vdots & & \vdots \\
 a_{n1}x_1 + \cdots + a_{nj}x_j + \cdots + a_{nn}x_n + y_n - m_n - z_n & = & x_n
 \end{array}$$

$$a_{ij} : j\text{부분 생산을 위한 } i\text{부분 생산물 투입계수} \quad (3)$$

$x_i$  :  $i$ 부분의 산출액(자가공정산출액 포함)

$y_i$  :  $i$ 부분의 최종수요

$m_i$  :  $i$ 부분의 수입

$z_i$  :  $i$ 부분의 잔폐물 발생액

- 식 (3)을 활용하여 도출할 수 있는 생산유발계수는 국산과 수입을 구분하지 않는 경쟁수입형 투입산출표의 투입계수를 기초로 산정
- 국산품의 최종수요 발생에 따른 국내에서의 산출효과 확인을 위해서는 국산거래표를 기반으로 도출한 생산유발계수의 분석이 필요하며, 이는 다음의 식 (4)와 같이 정리할 수 있음.

$$x = (I - A^d)^{-1} (y^d - z)$$

$A^d$  : 국산거래표의 투입계수 행렬

$y^d$  : 국산품에 대한 최종수요 벡터

생산유발계수 :  $(I - A^d)^{-1}$

(4)

□ 고용유발효과

- 고용유발효과는 최종수요 한 단위 발생에 따라 유발되는 직접적인 고용 효과뿐만 아니라 간접적으로 발생하는 고용효과를 모두 포함하는 개념
- 고용유발효과 분석을 위해서는 먼저 부문별 고용계수(  $l_i^{e*}$  ) 필요
  - 이는 일정기간(1년)동안 생산활동에 투입된 피용자수를 총산출액으로 나눈 계수로, 특정 품목의 생산물 한 단위 생산에 직접 필요한 고용을 의미(한국은행, 2014)
  - 고용계수를 수식으로 정리하면 다음의 식 (5)와 같음.

$$l_i^{e*} = l_i^e / x_i$$

(5)

$l_i^e$  :  $i$ 부문의 피용자 수

$x_i$  :  $i$ 부문의 산출액

- 고용유발효과를 분석하기 위해서는 생산유발계수와 고용계수가 필요하며, 이때 생산유발계수는 앞서 식 (4)를 통해 도출한 계수 사용
  - 식 (5)의 고용계수와 식 (4)의 생산유발계수를 활용하여 고용유발효과를 도출하는 과정은 다음의 식 (6)과 같이 정리할 수 있음.

$$l^e = \hat{L}^{e*} x$$

$$= \hat{L}^{e*} (1 - A^d)^{-1} (y^d - z)$$

(6)

$l^e$  : 고용량 벡터

$\hat{L}^{e*}$  : 각 부문의 노동계수를 주대각요소로 하는 대각행렬

- 여기서 고용유발계수는  $\hat{L}^{e*} (1 - A^d)^{-1}$ 에 해당하며, 고용유발계수 행렬에서  $i$ 열의 합계는  $i$ 부문에 대한 최종수요가 한 단위 발생할 때  $i$ 부문을 비롯한 전 부문에서 직·간접적으로 유발되는 총 고용량을 나타냄(한국은행, 2014).

## □ 미래 산업연관표 추정

- 우리나라는 5년에 한번 실제 전수조사한 통계자료를 기반으로 산업연관표 실측표를 작성하며, 나머지 기간에 대해서는 간접방식을 통해 산출한 산업연관표 연장표를 발표
  - 간접표를 작성하기 위한 여러 방법론 중 RAS 방법론을 사용하고 있으며, RAS 방법론은 미래 시점의 산업연관표의 추정에도 활용
- 영국 캠브리지 대학의 Richard Stone 교수가 제시한 RAS 방법론은 주어진 투입계수로부터 원하는 시점의 투입계수를 추정하기 위한 방법론
  - 즉, RAS 방법론을 적용하기 위해서는 추정하고자 하는 시점의 수요 및 투입 정보(산업별 중간수요계, 중간투입계, 총산출액 등)가 필요
  - RAS는 행변화계수와 열변화계수를 이용하여 특정 조건에 따라 수렴할 때까지 반복 계산하는 수학적 접근 방식을 사용함. 행변화계수는 산업연관표의 행을 조정하기 위해 사용하는 계수이며, R계수라고도 부름. 열변화계수는 산업연관표의 열을 조정하기 위해 사용하는 계수이며, S계수라고도 함.
  - 이러한 방식은 이중비례조정법(biproportional adjustment method)의 일종인데, 앞서 소개한 대로 R계수와 S계수를 활용하여 투입계수(A)를 조정하므로 RAS 방법론으로 불림.
- 본 연구에서도 RAS 방법론을 적용하여 분석 목표 시점의 고용효과를 산정하였으며, 목표 시점의 투입계수를 추정하는 과정은 다음과 같이 정리할 수 있음.
  - 먼저 대상 시점의 중간수요계, 중간투입계, 총산출액을 추정함. 이후 기준연도의 투입계수행렬( $A^0$ )을 대상 시점의 산출액( $x$ )과 곱하여 잠정거래행렬( $M^{<1>}$ )을 작성
  - 잠정거래행렬의 열의 합인 잠정중간수요계를 대상 시점의 중간수요계와 비교하고 동일한 값이 아닌 경우 중간수요계를 잠정중간수요계의 요소들로 각각 나누어준 행수정계수( $r_i^{<1>}$ )를 작성
  - 이를 다시  $M^{<1>}$ 과 곱하여 제2차 잠정거래행렬( $M^{<2>}$ )을 만들고

열의 합계인 잠정중간투입계를 대상 시점의 중간투입계와 비교한 뒤, 두 합계가 동일한 값을 가지지 않는다면 행수정계수와 동일한 방법으로 열수정계수( $s_j^{<1>}$ )를 작성

- 이를 앞의  $M^{<2>}$ 에 곱하여 다시 중간수요계와 비교하는 과정을 반복하며, 이러한 과정을 수식으로 나타내면 다음의 식 (7)과 같음.

$$\begin{aligned} M^{<2>} &= \hat{r}^{<1>} \cdot M^{<1>} \\ M^{<3>} &= M^{<2>} \cdot \hat{s}^{<1>} \\ &\vdots \end{aligned} \quad (7)$$

- 위의 식 (7)과 같은 과정을 반복하여 도출한 잠정거래행렬의 열과 행의 합이 목표로 하는 시점의 행렬의 열과 행의 합과 일치하면, 이를 해당 시점의 산업연관표 추정 결과로 사용

○ 그러나 산업연관표 작성 과정과 특성을 고려하면 열과 행의 합이 완벽하게 동시에 일치하는 행렬을 얻는 것은 쉽지 않음.

- 따라서 일정한 수렴조건을 설정하고 이를 만족하는 경우에 식 (7)의 반복 과정을 멈추고 목표 시점의 산업연관표 추정 결과로 사용
- 일반적으로 사용하는 수렴조건은 매우 작은 오차를 설정하여 해당 오차범위 이내로 들어가는 경우 수렴한다고 판단하는 방식과 충분히 큰 반복 횟수 k번을 설정하고 이를 초과했을 때 k번째 잠정거래행렬을 사용하는 방식이 있음.

○ RAS 방식은 특정 산업의 투입구조 정보의 유무에 따라 단순 RAS와 수정 RAS 방법론(modified RAS method)으로 구분 가능

- 만약 특정 상품이나 산업의 투입구조를 사전적으로 확보할 수 있다면, 단순 RAS 방법과 같은 수리적 접근 방식을 통한 간접 계산보다 해당 정보를 직접 반영하는 것이 합리적
- 따라서 미래 투입구조 정보를 확보하고 있는 산업에 대해서는 해당 정보를 반영하고 나머지 부분에 대해서만 RAS를 진행하는 하이브리드 방식을 활용할 수 있으며, 이를 수정 RAS 방법론이라고 명명

- 이때, 이미 정보를 알고 있는 산업 부문의 투입 정보만 0의 값으로 변환하여 RAS 방식을 적용하며, 추정 후 주어진 정보를 반영하여 최종적으로 목표 시점의 산업연관표를 작성함.

## 제3절 분석 과정 및 자료

### □ 태양광 및 풍력 분리 산업연관표 작성

- 재생에너지(태양광 및 풍력) 확대가 고용에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 태양광과 풍력발전 부문이 분리된 산업연관표를 새로 작성해야 함.
- 2019년 연장표 작성의 기준인 2015년 기준년 상품분류표에서는 대부분류 기준 “전력, 가스 및 증기” 부문의 하위 부문인 “전력 및 신재생에너지” 부문을 다음의 <표 3-4>와 같이 분류함.

<표 3-4> 2015년 기준년 상품분류표의 전력 및 신재생에너지 분류

중분류(83 부문)	소분류(165 부문)	기본부문(381 부문)
전력 및 신재생에너지 (45)	전력 및 신재생에너지 (450)	수력(4501) 화력(4502) 원자력(4503) 자가발전(4504) 신재생에너지(4505)

자료 : 한국은행 경제통계시스템(ECOS).

- 381개 상품분류를 사용하는 가장 상세한 분류인 기본부문에서도 신재생에너지는 하나의 발전 부문으로 통합되어 있음.
- 우리나라 신재생에너지 발전은 태양광, 풍력, 바이오, 연료전지 등 여러 가지 발전원으로 구성되어 있으므로 태양광과 풍력발전 확대의 고용영향을 분석하려면 태양광과 풍력발전 부문을 분리한 산업연관표를

작성해야 함.

- 재생에너지 중 수력(대수력) 발전은 기본부문에서 별도의 부문으로 구성되어 있음.

○ 유사한 분석을 진행한 선행연구<sup>22)</sup>에서는 태양광과 풍력발전 투입구조와 관련된 자료를 활용하여 태양광과 풍력발전 부문을 분리함.

- 즉, 발전설비, 발전량, 발전소의 건설단가, 발전소 운영비 등을 활용하여 태양광과 풍력발전의 타 신재생에너지 발전을 분리
- 본 연구의 목적에 따라 추후 태양광과 풍력발전 확대에 따른 파급효과와 산정을 위하여 분석 목표시점에 해당하는 2030년의 추정 자료도 반영할 필요가 있음.

#### □ 미래 발전믹스 설정

○ 산업연관분석에서는 외생적으로 주어지는 수요의 변동에 따라 직접효과 및 파급효과 발생

- 태양광과 풍력발전 확대에 따른 고용효과를 분석하기 위해서는 분석기간 동안의 발전원 구성(발전믹스) 정보가 필요함. 발전믹스에 따라 발전원별 수요가 결정되고 해당 수요를 적용하여 고용효과 및 유발효과 추정

- 기본적으로 수요 단위당 고용효과 및 파급효과가 산정되므로, 태양광과 풍력발전 확대의 효과는 시계열 변화를 살펴보아야 분석 가능

○ 본 연구를 진행하는 시점 현재 공표된 정부의 전원 구성 계획은 2020년 12월에 발표된 「제9차 전력수급기본계획」으로 2020년부터 2034년까지의 전원 구성 계획을 담고 있음.

- 2022년 8월 30일에 제10차 전력수급기본계획 총괄분과위 실무안이 공개되었으나, 확정안이라고 볼 수는 없음.<sup>23)</sup>

22) 김기환, 서유정(2019), 김기환(2020), 김지효, 김현제(2021).

23) 실무안 보도자료에 “실무안 내용 및 수치는 확정되지 않았으며, 향후 경제성장률 전망 등 최신 입력전제 반영, 전라환경영향평가, 관계부처 협의, 기타 의견수렴 절차 등을 통해 변경 가능”이라고 명시.

- 이에 본 연구에서는 제9차 전력수급기본계획의 발전믹스와 상향된 국가온실가스감축목표(Nationally Determined Contribution, NDC)를 기준으로 태양광과 풍력발전 확대가 고용에 미치는 영향을 분석함.
- 8월에 공개된 전력수급기본계획 실무안의 재생에너지 발전량이 9차 전력수급기본계획과 NDC 사이에 위치하므로 본 연구에서 기준으로 설정한 두 경우는 재생에너지 확대에 따른 고용효과의 범위로서 의미가 있다고 판단됨.

## 제4절 분석 결과

- 태양광, 풍력 부문 분리 산업연관표 작성 과정
  - 분석을 위해서는 앞서 정리한 방식을 활용하여 태양광과 풍력 부문이 분리된 산업연관표의 작성이 선행되어야 함.
    - 산업연관표의 부문 분류 기준에 의하여 태양광과 풍력은 기본부문 수준에서도 “신재생에너지(4505)”의 하위에 속함.
    - 분리 산업연관표의 작성은 태양광과 풍력 부문을 신설하고, 두 부문의 영향을 제외한 나머지를 기타 신재생으로 분할하는 것을 목적으로 함.
  - 산업연관표 투입 구조를 기준으로 먼저 진행하며, 산업연관표의 기본가정에 의하여 총투입계와 총수요계를 일치하도록 수요 구조를 분할하는 순서로 진행
  - 투입구조는 산업연관표의 열 부문을 의미하며, 중간재의 투입구조를 나타내는 중간투입과 임금, 영업이익 등과 같은 부가가치의 성격을 지니는 생산요소의 구입비용을 나타내는 부가가치 부문으로 구분
    - 중간투입은 해당 재화의 생산을 위해 투입되는 중간재들에 대한 정보를 담고 있으며, 이에 따라 각 부문의 특성을 고려하여 태양광, 풍력,

기타 신재생으로 분할하는 접근법을 사용

- 따라서 각각의 품목들의 성격에 맞는 비중을 활용하여 분할하는 것이 작업의 핵심임.
- 비중의 도출을 위해서 한국에너지공단에서 제공하는 “2019년 신재생 에너지 보급통계”를 활용하였으며, 기준 역시 해당 자료를 바탕으로 선정함.
- 분석 기준은 고용인원, 기업체 수, 발전량, 신규설비용량, 발전설비용량이며, 한국에너지공단(2020)의 자료를 바탕으로 직접 산출
- 다음의 <표 3-5>는 기준으로 분할 기준과 자료를 활용하여 산정한 신 재생에너지 각 부문의 비중을 나타낸 것임.

<표 3-5> 중간투입 분할 기준 및 비중

구분	태양광	풍력	기타 신재생에너지
고용인원	59%	12%	29%
기업체 수	31%	6%	64%
발전량	39%	8%	53%
신규설비용량	85%	4%	11%
발전설비용량	52%	8%	39%

자료: 한국에너지공단(2020)의 자료를 바탕으로 저자 작성.

- 태양광과 풍력, 기타 신재생에너지의 중간투입 부문은 각각의 발전원의 특성을 반영한 분할이 핵심이므로 특정 부문이 하나 혹은 두 개의 발전원에만 투입될 것으로 예상되는 경우 하나의 발전원에 투입 금액을 전량 할당하거나 두 개의 발전원만을 대상으로 별도의 비중을 산정
- 예를 들어, 태양광에 투입되는 웨이퍼를 포함하는 부문인 “기초무기 화합물(1722)”의 모든 금액은 태양광에 투입되는 것으로 가정하고 전액을 신설한 태양광 부문에 할당
- “전기변환장치(3722)”는 태양광과 풍력 두 발전원에만 투입이 예상되므로 각각의 발전원의 설비용량 및 발전설비 내에서 차지하는 비중을

고려하여 별도의 비중을 산정하여 분할

- 부가가치 부문은 세부적으로 피용자보수, 영업잉여, 고정자본소모, 기타 생산세로 구분
  - 피용자보수는 생산 활동에 참여한 피용자들에게 지급하는 급여이므로 중간투입의 분할 기준인 고용인원의 발전원별 비중을 사용하여 배분이 가능
  - 단, 이 경우 각각의 고용인원의 급여수준에는 차이가 없다는 가정을 전제로 함.
  - 영업잉여를 분할하기 위해서는 단일 발전원만을 가지는 기업들에 대한 자료 및 전체 신재생에너지 매출액 대비 각각의 발전원의 매출액 비중이 필요
  - 한국에너지공단의 자료를 활용하면 매출액의 비중을 파악할 수 있으나, 비중이 아닌 원자료를 확인하면 매출액 총량 산업연관표의 신재생에너지 총투입계를 상회하므로 발전부문 이외의 매출도 함께 포함된 것으로 사료됨.
  - 2019년의 태양광, 풍력 및 기타 신재생에너지의 발전량과 한국전력공사에서 제공하는 신재생에너지 전력 판매금액 자료를 사용하여 대안으로 활용할 수 있는 비중치를 산정할 수 있으나, 과도한 가정으로 인해 오히려 투입구조를 왜곡하는 문제가 발생할 수 있음.
  - 따라서 영업잉여는 기업의 생산 활동으로 인해 발생하는 잉여분이라는 점을 감안하여 발전량을 기준으로 분할하도록 함.
  - 고정자본소모와 기타생산세 역시 같은 이유로 발전량을 기준으로 분할하는 것이 적절
- 수요구조 또한 투입구조와 유사하게 중간수요 부문과 최종수요 부문으로 구분되며, 앞서 작업한 결과에 따라 총투입계의 값을 총수요계의 값과 일치시키는 것에서 작업을 시작함.
- 총수요계를 각각의 발전원에 할당하여 분할을 진행하므로, 중간수요계는 총수요계에서 최종수요계를 제외한 값을 기준으로 분할
  - 최종수요계의 항목으로는 민간소비지출, 정부소비지출, 민간고정자본

형성, 정부고정자본형성, 재고증감, 귀중품순취득, 수출이 있으며 이 중에서 민간소비지출과 수출을 제외한 항목은 신재생에너지 부문에서 0의 값을 나타내므로 별도의 분할 작업이 필요하지 않음.

- 민간소비지출은 가계 및 가계봉사, 비영리단체와 같은 민간 부문에서 신재생에너지 발전에 대한 수요를 의미하며 이때, 재화의 형태는 전기임.
- 즉, 전력소비의 성격을 지니고 있으므로, 태양광과 풍력, 기타 신재생에너지 발전량의 비중으로 분할
- 신재생에너지 발전 부문의 수출은 발전부문의 특성상 발전소 관련으로 이루어진다는 것을 전제로, 한국플랜트산업협회에서 제공하는 신재생에너지 부문의 수주실적 자료를 기준으로 분할
- 단, 해외 수주의 특성상 그 영향이 단일 연도에만 영향을 미치는 것이 아니라는 점을 고려하여 3개년의 평균치를 활용하여 비중을 산정하도록 함.

○ 중간수요계는 총수요계에서 최종수요계의 값을 제외하고 남은 금액을 기준으로 각각의 품목에 해당 금액을 분할하여 작성

- 이때, 민간소비지출에서와 유사하게 신재생에너지 발전부문에 대한 타 부문의 수요는 전력에 대한 수요를 의미
- 따라서 이 경우에는 발전원별로 구조적인 특성 차이를 지니지 않는다는 가정하에 기존 신재생에너지 부문이 가지는 수요구조를 동일하게 적용하는 것이 가능함.

#### □ 태양광, 풍력 부문 분리 산업연관표 작성 결과

〈표 3-6〉 태양광, 풍력 부문 분리 산업연관표 중간투입 부문

(단위: 백만 원)

	태양광	풍력
농림수산물	398	81
광산물	0	0
음식료품	5,652	1,155

〈표 3-6〉의 계속

	태양광	풍력
섬유 및 가죽제품	26,114	5,338
목재 및 종이, 인쇄	2,316	433
석탄 및 석유제품	25,634	5,285
화학제품	427,615	17,869
비금속광물제품	-413	-19
1차 금속제품	255	13
금속가공제품	113,646	188,412
컴퓨터, 전자 및 광학기기	103,936	10,616
전기장비	329,864	23,018
기계 및 장비	71,614	48,111
운송장비	0	0
기타 제조업 제품	22	4
제조임가공 및 산업용 장비 수리	26352	4238
전력, 가스 및 증기	45,649	9,411
수도, 폐기물처리 및 재활용서비스	0	0
건설	6,604	838
도소매 및 상품중개서비스	66,165	13,640
운송서비스	5,038	1,039
음식점 및 숙박서비스	83,790	17,126
정보통신 및 방송 서비스	17,610	3,630
금융 및 보험 서비스	81,713	4,124
부동산서비스	57,975	7,359
전문, 과학 및 기술 서비스	49,724	6,372
사업지원서비스	46,577	9,602
공공행정, 국방 및 사회보장	0	0
교육서비스	3,727	762
보건 및 사회복지 서비스	3,493	714
예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스	7,822	1,613
기타 서비스	5,085	1,047
기타	4,857	1,001

〈표 3-7〉 태양광, 풍력 부문 분리 산업연관표 부가가치 부문

(단위: 백만 원)

	태양광	풍력
피용자보수	149,330	30,522
영업잉여	44,435	9,160
고정자본소모	225,923	46,575
기타생산세(보조금 공제)	-90,655	-18,689

〈표 3-8〉 태양광, 풍력 부문 분리 산업연관표 중간수요 부문

(단위: 백만 원)

	태양광	풍력
농림수산물	26,340	6,247
광산물	3,051	724
음식료품	40,685	9,649
섬유 및 가죽제품	21,876	5,188
목재 및 종이, 인쇄	38,976	9,244
석탄 및 석유제품	33,055	7,840
화학제품	157,597	37,377
비금속광물제품	39,485	9,365
1차 금속제품	158,135	37,505
금속가공제품	43,399	10,293
컴퓨터, 전자 및 광학기기	91,152	21,618
전기장비	19,093	4,528
기계 및 장비	30,783	7,301
운송장비	41,582	9,862
기타 제조업 제품	6,736	1,598
제조임가공 및 산업용 장비 수리	17,465	4,142
전력, 가스 및 증기	35,898	8,514
수도, 폐기물처리 및 재활용서비스	37,025	8,781
건설	26,056	6,180
도소매 및 상품중개서비스	114,223	27,090
운송서비스	55,245	13,102
음식점 및 숙박서비스	60,263	14,293
정보통신 및 방송 서비스	37,011	8,778

〈표 3-8〉의 계속

	태양광	풍력
금융 및 보험 서비스	33,956	8,053
부동산서비스	64,262	15,241
전문, 과학 및 기술 서비스	208,521	49,455
사업지원서비스	14,465	3,431
공공행정, 국방 및 사회보장	31,221	7,405
교육서비스	52,338	12,413
보건 및 사회복지 서비스	56,550	13,412
예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스	33,159	7,864
기타 서비스	18,597	4,411
기타	1,399	332

〈표 3-9〉 태양광, 풍력 부문 분리 산업연관표 최종수요 부문

(단위: 백만 원)

	태양광	풍력
민간소비지출(가계 및 가계봉사 비영리단체)	326,056	67,217
정부소비지출	0	0
민간고정자본형성	0	0
정부고정자본형성	0	0
재고증감	0	0
귀중품순취득	0	0
수출	196	0

#### □ 2030년 산업연관표 추정

- 재생에너지 확대 시나리오의 적용에 따른 고용부문의 파급효과 분석을 위해서는 2030년의 산업연관표의 추정이 필요함. 아울러 비교 분석을 위하여 재생에너지 확대 시나리오를 반영하기 이전의 고용효과도 함께 확인할 필요가 있음.
- 2019년 분리 산업연관표는 국산거래표를 기준으로 작성되었으나 산업연관분석 이론의 적용을 위해서는 총거래표의 총투입액 정보가 필요함. 이에 2019년 총거래표를 기준으로 동일한 분리 산업연관표 작성 작업을 수행

- 기존의 국산거래표의 분리 과정에서 사용한 것과 동일한 기준을 사용하도록 하며, 국산거래표에 값이 없던 경우에 대해서만 추가 기준을 적용하여 분리
- 재생에너지 하위의 품목에서 국산거래표에서는 값이 존재하지 않았으나, 총거래표에서는 값을 지니는 항목은 축전기, 저항기, 전자코일 및 변성기(3391)와 연구개발(산업)(7003)의 두 품목임.
- 축전기, 저항기, 전자코일 및 변성기(3391)는 재생에너지 설비의 증설을 위해 사용한 것으로 가정하고, 신규 발전설비의 비중으로 분할
- 연구개발(산업)(7003)은 한국에너지공단에서 제공하는 재생에너지의 원별 투자금액의 비중으로 분할
- 제9차 전력수급기본계획의 내용을 반영하는 기준 시나리오에 대한 2030년 산업연관표와 NDC의 목표를 기준으로 하는 재생에너지 확대 시나리오에 대한 2030년 산업연관표를 별도로 추정
  - 제9차 전력수급기본계획을 기준안으로 NDC를 비교안으로 설정하여 분석 진행

#### □ 시나리오별 기준 발전량

- 제9차 전력수급기본계획은 2030년 신재생에너지 발전량 전망 자료를 포함하고 있음(표 3-10).
- 산업연관분석 이론에 따라, 미래 시점의 산업연관표의 추정을 위해서는 해당 시점의 중간투입액에 대한 정보가 필요함.
  - 중간투입액은 총투입액에서 부가가치금액을 제외한 것이며, 총투입액은 앞서 확인한 발전량 비율 자료를 활용함.
  - 선행연구에서는 산업연구원(2018)의 자료를 바탕으로 각 부문의 경제성장률과 부가가치 성장률을 적용하여 위의 값들을 추정함.
  - 재생에너지 확대에 따른 영향을 확인하기 위하여 본 연구에서는 타 부문에 대해서는 기존의 연구와 동일한 방식을 사용하면서, 발전 부문은 분리한 발전원의 발전량 변화 비율을 해당 산업의 성장률로 가정하여 총투입액을 산정함.

〈표 3-10〉 2030년 신재생에너지 발전량 전망(9차 전력수급기본계획)

(단위: GWh)

구분1	구분2	발전원	발전량 전망
산업용	재생에너지	태양광	45,518
		풍력	40,116
		수력	3,781
		해양	496
		바이오	13,339
	신에너지	연료전지	16,075
		IGCC	2,351
	계		121,676
자가용			4,102
합계			125,778

자료: 산업통상자원부(2020), “제9차전력수급기본계획”.

- 본 연구에서는 산업연관표에서는 총투입액과 총산출액이 일치한다는 기본 가정에 따라서 전력 수요의 변화율을 적용하여 해당 산업의 성장률로 사용하는 방안을 고려한 바 있음.
- 그러나 제9차 전력수급기본계획에서 제공하는 전력소비율 예측치는 발전원별로 세분화된 자료가 아니므로 이를 활용하여 전력 부문 전체에 대한 2030년의 수요를 예측한다고 해도 이 값을 발전원별로 분할하기 위해서는 결국 다시 발전량 비율을 적용하게 되므로, 오히려 더 많은 가정을 사용한다는 문제가 발생함.
- 따라서 발전원 분리 산업연관표에 발전량<sup>24)</sup>의 변화율을 적용하는 접근법을 사용하였음.

○ 제9차 전력수급기본계획 시나리오의 구축을 위해 사용한 2019년과 2030년 발전량을 통해 산정한 비율은 다음의 〈표 3-11〉과 같음.

24) 제9차 전력수급기본계획에 따르면 전력소비량의 예측치는 2030년을 기준으로 620,220GWh이며, 발전량의 합은 604,701GWh임. 또한 재생에너지 확대를 고려한 NDC 시나리오 역시 발전량의 합은 612,400GWh로 본 연구의 가정을 사용하기에 유의할 수준의 차이가 나지 않는 것을 확인함.

〈표 3-11〉 재생에너지 부문 2019, 2030년 발전량 및 변화율(기준)

구분	2019 발전량	2030 발전량	변화율
태양광	12,996GWh	45,518GWh	250%
풍력	2,679GWh	40,116GWh	1,397%

자료 : 산업통상자원부(2020), “제9차전력수급기본계획”을 바탕으로 저자 작성.

- 위의 비율을 바탕으로 총투입액을 산정하였으며, 부가가치액은 산업연구원(2018)의 산업별 부가가치 성장률 수치를 반영
  - 해당 자료에서 제공하는 전력 부문의 부가가치 성장률은 “전력, 가스 및 수도” 부문 전체에 대한 값이므로, 앞서 총투입액의 산정에서와 유사한 문제가 발생함.
  - 부가가치 부문의 구성 요소가 피용자보수, 영업잉여 등인 것을 감안하면 재생에너지 확대에 의한 부가가치의 증가가 발생할 것으로 예상되나, 전력 전체에 대한 부가가치율을 적용하면 이러한 증가가 적절하게 반영되지 않음.
  - 따라서 기존의 총투입액과 부가가치 금액의 비율이 동일하다는 가정을 활용하여 시나리오에 따른 재생에너지 확대의 영향을 반영하였음.
  - 총투입액과 부가가치 금액의 차이는 중간투입액이며, 중간수요는 투입부문과 동일한 가정<sup>25)</sup>을 통하여 직접 산출함.
- 재생에너지 부문의 확대를 반영하기 위한 비교안으로 2030 국가 온실가스감축목표(NDC)의 발전량 예측치를 활용
- 나머지 가정은 기준 시나리오에서와 동일하며, NDC 시나리오에서의 2019년, 2030년 발전량 및 변화율은 다음의 〈표 3-12〉와 같음.

〈표 3-12〉 재생에너지 부문 2019, 2030년 발전량 및 변화율(NDC)

구분	2019 발전량	2030 발전량	변화율
태양광	12,996GWh	69,282GWh	433%
풍력	2,679GWh	61,060GWh	2,179%

자료 : 관계부처 합동(2021), “2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안”을 바탕으로 저자 작성.

25) 발전 부문을 제외하고는 산업연구원(2018)의 수치를 사용하고, 발전 부문은 발전량 변화율을 적용.

□ 2030년 산업연관표 추정 결과

- 각 시나리오에 대한 자료와 RAS 방법론을 활용하면 2030년의 시나리오 별 산업연관표 추정이 가능
  - 다만, 이는 총거래표를 기준으로 작성되므로 시나리오에 따른 국내의 파급효과와 확인을 위해서는 이를 다시 국산거래표로 변경할 필요가 있음.
  - 2019년의 총거래표와 국산거래표의 비율이 2030년에도 동일하다는 가정을 전제로 2019년의 비율을 산정한 후, 이를 2030년 총거래표에 적용하여 2030년 국산거래표를 작성하였음.
- 제9차 전력수급기본계획 기준 2030년 산업연관표 태양광 및 풍력 부문 추정 결과(표 3-13, 표 3-14)

〈표 3-13〉 2030 재생에너지 부문 분리 산업연관표 중간투입 부문(기준안)

(단위: 백만 원)

	태양광	풍력
농림수산물	1,287	1,147
광산물	0	0
음식료품	18,357	16,477
섬유 및 가죽제품	90,263	81,017
목재 및 종이, 인쇄	7,997	6,563
석탄 및 석유제품	88,695	80,295
화학제품	1,535,416	281,762
비금속광물제품	-1,392	-288
1차 금속제품	857	190
금속가공제품	372,190	2,709,714
컴퓨터, 전자 및 광학기기	384,867	172,625
전기장비	1,133,987	347,494
기계 및 장비	241,967	713,854
운송장비	0	0
기타 제조업 제품	72	65
제조임가공 및 산업용 장비 수리	91,172	64,393
태양광	22,440	0

〈표 3-13〉의 계속

	태양광	풍력
풍력	0	85,863
기타 전력, 가스 및 증기	124,303	112,531
수도, 폐기물처리 및 재활용서비스	0	0
건설	20,780	11,584
도소매 및 상품중개서비스	231,982	210,013
운송서비스	17,342	15,700
음식점 및 숙박서비스	290,446	260,696
정보통신 및 방송 서비스	64,336	58,244
금융 및 보험 서비스	286,482	63,490
부동산서비스	200,467	111,751
전문, 과학 및 기술 서비스	173,516	97,647
사업지원서비스	164,452	148,878
공공행정, 국방 및 사회보장	0	0
교육서비스	12,955	11,628
보건 및 사회복지 서비스	12,414	11,142
예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스	28,066	25,408
기타 서비스	17,811	16,098
기타	17,104	15,484

〈표 3-14〉 2030 재생에너지 부문 분리 산업연관표 중간수요 부문(기준안)

(단위: 백만 원)

	태양광	풍력
농림수산물	113,861	114,134
광산물	12,580	12,610
음식료품	152,861	153,228
섬유 및 가죽제품	76,504	76,688
목재 및 종이, 인쇄	137,299	137,629
석탄 및 석유제품	115,770	116,048
화학제품	537,806	539,096
비금속광물제품	141,083	141,421
1차 금속제품	570,778	572,148
금속가공제품	165,192	165,588
컴퓨터, 전자 및 광학기기	290,439	291,136

〈표 3-14〉의 계속

	태양광	풍력
전기장비	66,284	66,443
기계 및 장비	107,859	108,118
운송장비	153,222	153,589
기타 제조업 제품	24,893	24,952
제조임가공 및 산업용 장비 수리	70,539	70,708
태양광	22,440	0
풍력	0	85,863
기타 전력, 가스 및 증기	75,615	65,884
수도, 폐기물처리 및 재활용서비스	143,137	143,480
건설	95,880	96,110
도소매 및 상품중개서비스	411,053	412,039
운송서비스	192,930	193,393
음식점 및 숙박서비스	225,332	225,872
정보통신 및 방송 서비스	109,517	109,780
금융 및 보험 서비스	97,272	97,506
부동산서비스	260,923	261,549
전문, 과학 및 기술 서비스	713,798	715,511
사업지원서비스	35,618	35,703
공공행정, 국방 및 사회보장	130,601	130,915
교육서비스	237,450	238,020
보건 및 사회복지 서비스	137,533	137,863
예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스	100,616	100,858
기타 서비스	64,544	64,699
기타	4,837	4,849

○ NDC 기준 2030년 산업연관표 태양광 및 풍력 부문 추정 결과(표 3-15, 표 3-16)

〈표 3-15〉 2030 재생에너지 부문 분리 산업연관표 중간투입 부문(비교안)

(단위: 백만 원)

	태양광	풍력
농림수산물	1,978	1,764
광산물	0	0

〈표 3-15〉의 계속

	태양광	풍력
음식료품	28,280	25,403
섬유 및 가죽제품	137,704	123,698
목재 및 종이, 인쇄	12,243	10,056
석탄 및 석유제품	130,233	117,994
화학제품	2,323,571	426,737
비금속광물제품	-2,107	-437
1차 금속제품	1,295	287
금속가공제품	556,090	4,051,838
컴퓨터, 전자 및 광학기기	584,935	262,573
전기장비	1,712,985	525,340
기계 및 장비	363,910	1,074,472
운송장비	0	0
기타 제조업 제품	111	100
제조임가공 및 산업용 장비 수리	138,421	97,842
태양광	51,655	0
풍력	0	196,755
기타 전력, 가스 및 증기	217,246	196,830
수도, 폐기물처리 및 재활용서비스	0	0
건설	31,762	17,720
도소매 및 상품중개서비스	353,178	319,988
운송서비스	26,369	23,891
음식점 및 숙박서비스	443,151	398,078
정보통신 및 방송 서비스	98,478	89,224
금융 및 보험 서비스	436,496	96,814
부동산서비스	306,693	171,104
전문, 과학 및 기술 서비스	263,067	148,161
사업지원서비스	250,328	226,803
공공행정, 국방 및 사회보장	0	0
교육서비스	19,626	17,630
보건 및 사회복지 서비스	18,945	17,018
예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스	42,843	38,817
기타 서비스	27,161	24,570
기타	25,852	23,423

〈표 3-16〉 2030 재생에너지 부문 분리 산업연관표 중간수요 부문(비교안)

(단위: 백만 원)

	태양광	풍력
농림수산물	171384.5	170883
광산물	19010.75	18955.11
음식료품	229145.2	228474.6
섬유 및 가죽제품	115181.3	114844.3
목재 및 종이, 인쇄	204550.3	203951.7
석탄 및 석유제품	200039.5	199454.2
화학제품	816635.9	814246.2
비금속광물제품	216410.3	215777
1차 금속제품	876788.8	874223.1
금속가공제품	250030.3	249298.7
컴퓨터, 전자 및 광학기기	439434.4	438148.5
전기장비	100440.9	100147
기계 및 장비	163982.8	163503
운송장비	232481	231800.7
기타 제조업 제품	37655.25	37545.05
제조임가공 및 산업용 장비 수리	106402.7	106091.3
태양광	51655.35	0
풍력	0	196755.3
기타 전력, 가스 및 증기	164209.4	142316.9
수도, 폐기물처리 및 재활용서비스	214511.7	213884
건설	145790.7	145364.1
도소매 및 상품중개서비스	619789.5	617975.8
운송서비스	292248.3	291393.1
음식점 및 숙박서비스	335324.9	334343.6
정보통신 및 방송 서비스	165133.9	164650.6
금융 및 보험 서비스	146526.4	146097.6
부동산서비스	392301	391153
전문, 과학 및 기술 서비스	1063427	1060316
사업지원서비스	53774.56	53617.2
공공행정, 국방 및 사회보장	196012.7	195439.1
교육서비스	351046.3	350019.1
보건 및 사회복지 서비스	204891.2	204291.7
예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스	150000.4	149561.4
기타 서비스	97132.24	96848
기타	7199.704	7178.635

## □ 고용계수 및 고용유발계수

○ 산업연관분석을 통해 고용효과 및 고용유발효과를 확인하기 위해서는 고용계수의 산정이 필요

- 한국은행에서 제공하는 고용계수는 가장 세분화된 수준에서도 “전력 및 재생에너지(450)” 전체에 대한 값만을 제공함.
- 선행연구에서는 발전 실적을 통해 위의 고용인원을 재분할<sup>26)</sup>하거나, 투입금액의 지출 성격 및 국가통계포털사이트의 산업별 고용인력 현황자료를 사용하는 방식<sup>27)</sup>을 활용함.
- 국가통계포털 사이트에서 제공하는 “전국사업체조사”에서는 산업별 종사자수에 대한 정보를 얻을 수 있으며, 발전업 부문은 태양력 발전업의 종사자수를 제공하고 있어 현재 확인할 수 있는 가장 세분화된 수준의 고용정보를 제공함.

○ 본 연구에서는 고용인원 비율 자료와 매출액 자료를 바탕으로 새롭게 고용계수 산정

- 통계청 자료를 바탕으로 재생에너지 부문의 분리 산업연관표 구축을 위해 사용한 고용인원 비율 자료를 기준으로 사용
- 통계포털(KOSIS)에 게시된 “사업체노동력조사” 통계 자료의 산업/규모별 고용 통계 중 발전업 하위 항목인 “태양력” 근로자 수치와 본 연구에서 도출한 태양광 발전 산출액을 바탕으로 태양광의 고용계수를 산정하고, 해당 통계에서 풍력 근로자를 별도로 추계하지 않으므로 태양광과 풍력 근로자의 임금이 동일하다는 가정을 적용하여 풍력 부문의 고용인원을 역산, 두 부문의 고용계수를 산정
- 고용계수는 기준(9차) 시나리오와 비교(NDC) 시나리오에 동일하게 적용되며, 태양광과 풍력의 고용인원, 매출액 등 관련 자료로 산정한 고용계수는 다음의 <표 3-17>과 같음.

26) 김기환·서유정(2019).

27) 김지효·김현제(2021).

〈표 3-17〉 재생에너지 부문 고용계수 산정

구분	고용인원(명)	매출액(백만원)	고용계수(명/10억 원)
태양광	3,495	1,947,868	1.79
풍력	714	450,399	1.58

자료 : 국가통계포털사이트(자료검색일 : 2022.8.20).

- 앞서 설명한 대로 위 고용계수는 통계청 고용통계(산업/규모별 고용)와 본 연구에서 산정한 두 발전원의 산출액 자료를 바탕으로 태양광과 풍력의 인건비 수준이 동일하다는 가정을 적용하여 도출한 결과임.
- 고용계수와 고용유발계수는 9차 전력수급기본계획에 따른 2030년 전원 구성으로 나타날 발전원별 고용효과 분석의 원단위로 활용
- 산업연관분석을 통해 2019년, 2030년 기준 시나리오, 2030년 NDC 시나리오의 고용유발효과를 산정할 수 있음.
- 앞서 정리한 산업연관분석 이론에 따라 각각의 시나리오에 따른 고용유발계수의 산정이 가능하며, 그 결과는 다음의 〈표 3-18〉과 같음.

〈표 3-18〉 재생에너지 부문 고용유발계수

시나리오	발전원	고용유발계수(명/10억 원)	
		열 합	행 합
2019년	태양광	6.3742	1.8488
	풍력	7.0489	1.5970
2030년 기준 시나리오	태양광	6.3695	1.9472
	풍력	7.2331	1.7354
2030년 NDC 시나리오	태양광	6.3770	2.0273
	풍력	7.2404	1.8142

#### □ 태양광과 풍력발전 확대의 고용효과

- 고용계수와 고용유발계수 산정 결과를 바탕으로 제9차 전력수급기본계획의 발전믹스를 적용하여 태양광과 풍력발전 확대의 고용효과를 정량화
- 앞서 정리한 시나리오별 전력수요를 화폐단위로 전환하기 위해 균등화

발전원가(Levelized Cost of Electricity, LCOE)를 활용

- 국제기구를 포함하여 전 세계 여러 기관 및 연구자가 추정하고 있는 LCOE 중에서 신뢰할 수 있는 국제에너지기구(International Energy Agency, IEA)에서 추정한 한국의 2030년 LCOE를 활용
- IEA에서는 LCOE의 기준값, 상한, 하한의 세 가지 경우를 제시하고 있어 본 연구에서도 세 가지 시나리오를 구성하여 태양광과 풍력발전 확대의 고용효과 및 고용유발 효과 추정

○ LCOE가 발전수요를 화폐단위로 전환하기 위한 원단위(가격) 역할을 하는 것은 아니므로, 추정 LCOE를 그대로 적용하지 않고 비율 정보만을 활용

- 전력거래소(2018)에서 추정한 2017년 LCOE를 2019년 가격으로 환산하면, 2019년 부문별 전력수요(물량단위), 수요액(화폐단위), LCOE 정보를 모두 알게 됨.
- IEA의 자료는 2018년 불변가를 기준으로 하고 있으므로 이를 2019년 가격으로 환산하면 2030년 물량단위 전력수요와 LCOE 정보를 알 수 있음.
- 위 두 가지 경우에 대한 다섯 가지 정보값을 바탕으로 2030년 화폐단위 전력수요를 추정함.
- 이때, 풍력의 경우 2019년 산업연관표에는 육상풍력에 대한 구조가 반영되어 있으나 국내 풍력 부문의 발전 방향성을 고려하여 2030년에는 해상풍력을 기준으로 하는 것을 반영하기 위하여 IEA에서 제공하는 자료 중 해상풍력의 값을 사용
- 2019년까지 우리나라의 풍력발전 사업은 대부분 육상풍력이었으나, 9차 전력수급기본계획에 수록되어 있는 “발전사업허가를 받은 40MW 초과 태양광풍력 설비”에서 확인할 수 있듯이, 앞으로의 대규모 풍력 발전 사업은 주로 해상풍력이 될 것으로 예상
- 해상풍력의 비용이 육상풍력보다 상당히 높은 만큼, 2030년 LCOE 적용에 있어서 육상풍력을 기준으로 설정하는 것은 현실에 반한다고 할 수 있으며, 이에 2019년은 육상풍력을, 2030년에는 해상풍력을 풍력

발전의 기준 LCOE로 활용

- 다음의 <표 3-19>는 위 과정과 같이 LCOE의 영향을 반영하기 위해 환산한 자료를 정리한 결과

<표 3-19> 재생에너지 부문 LCOE

(단위: 원/kWh)

구분	2019년 기준	2030년 기준
태양광	141.16	105.40
풍력	123.77	175.72

주: 현재 우리나라에서 운영 중인 풍력발전 단지(주로 육상풍력)와 앞으로 새로 개발될 대규모 풍력 단지(주로 해상풍력)의 특성 차이를 고려하여 2019년은 육상풍력, 2030년은 해상풍력의 LCOE를 기준으로 사용.

자료: 한국전력거래소(2018), IEA(2020)의 자료를 바탕으로 저자 작성.

- 이상의 LCOE 변화 비중을 제9차 전력수급기본계획과 NDC의 발전믹스를 고려한 매출액에 적용하여 각 시나리오에 따른 고용유발효과를 정량화
- 본 연구에서 도출한 고용인원을 기준으로 추정한 2030년 분석 결과는 다음의 <표 3-20>과 같음.

<표 3-20> 재생에너지 부문 고용유발효과

구분	2019년	2030년	
		기준 시나리오(9차)	비교 시나리오(NDC)
태양광	13,235명	34,586명	52,705명
풍력	3,211명	70,044명	106,721명

- 2030년 고용유발효과 추정 결과의 시사점

- 산업연관분석 결과, 태양광 발전과 풍력 발전의 2030년 고용유발효과는 2019년 대비 크게 늘어나는 것으로 나타남.
- 재생에너지 부문 고용유발효과 분석 결과(표 3-20)에서 확인할 수 있듯이, 2030년 태양광 발전의 고용유발효과는 약 34,600~52,700명, 풍력 발전의 고용유발효과는 약 70,000~106,700명으로 각각 2019년 대비 2.6~4.0배, 21.8~33.2배에 이를 것으로 전망

- 그러나 <표 3-18>의 고용유발계수 분석 결과에서 확인할 수 있듯이 2019년과 시나리오별 2030년 고용유발계수 차이는 최대 2.7% 수준으로 크게 다르지 않으므로, 위와 같은 고용유발효과의 차이는 시나리오에서 설정된 발전량의 차이에 의한 것이라고 볼 수 있음.
  - 또한 풍력 발전의 경우, 앞서 설명한 대로 지금까지의 인허가 추세와 예정되어 있는 발전단지, 향후 기술 추이를 고려했을 때 육상풍력보다는 해상풍력이 주로 보급될 것으로 예상하여 상대적으로 높은 LCOE를 적용함. 따라서 동일 전력수요에 대해 더 높은 최종수요액 발생 효과가 있음.
  - 즉, 태양광이나 풍력 발전이 본 연구에서 상정한 시나리오대로 확대되지 않거나, 해상풍력이 아니라 육상풍력을 중심으로 풍력 발전이 확대될 경우 위에서 제시한 고용유발효과보다 낮은 유발효과가 나타날 수 있음.
- 시나리오별 2030년 고용유발효과를 정량적으로 확인했다는 점과 태양광과 풍력 발전이 직접 고용효과 대비 상대적으로 높은 유발효과를 가지는 것을 확인했다는 점을 이번 산업연관분석의 의의로 볼 수 있음.
- 태양광 발전의 경우 직접 고용효과 대비 3.56배, 풍력 발전은 4.58배의 고용유발효과를 가지는 것으로 분석되어 전산업 평균(1.85배) 대비 높은 고용유발효과를 보임.



## 제4장

# 밸류체인별 고용영향

### 제1절 데이터 구성<sup>28)</sup>

□ 데이터 : 전국사업체조사 2011~2019년

- 전국사업체조사 : 국내에서 산업활동을 수행하고 있는 모든 사업체(부가가치세 납부를 하면서 별도의 생산공간이 있는 생산주체를 의미하며, 가구 내에서 산업활동을 하는 1인 사업체도 포함)를 대상으로 하는 전수 통계조사(2019년 기준 약 448만개 기업)
- 사업체 모집단 자료(전국사업체조사)를 바탕으로 주사업 상품 설명 텍스트 분석을 통해 태양광 및 풍력 발전 관련 산업밸류체인에 따라 기업을 분류하여 분석 표본을 구성함.
- 산업밸류체인은 연구개발, 제조(소재제조, 장비부품제조), 수입 및 유통, 건설, 발전, 서비스(시설관리 및 컨설팅 서비스, 유지수리 서비스, 토지개발 부동산 서비스), 기타로 구성

□ 산업분류체계를 이용한 사업체 분류의 한계

- 한국표준산업분류(10차)는 발전업(KSIC3511)의 세세분류로 원자력, 수

28) 데이터 자문 : 산업연구원 김은선 부연구위원, 이슬기 부연구위원.

력, 화력, 태양력, 기타 발전업을 제공. 태양력 발전업(KSIC 35114)은 2017년부터 별도로 집계되기 시작하여 분류가 용이한 편이지만 2017년 이전의 경우 사용할 수 없음. 풍력발전은 기타 발전(KSIC 35119)에 포함되어 있는데, 바이오·폐기물 재생 발전, 조력 발전, 지열 발전 등과 혼재되어 각각의 규모 파악이 불가능함. 따라서 기타 발전 전체를 풍력 발전 규모로 파악할 경우 산업 규모가 과대 추정됨.

- 신재생에너지와 관련한 부품, 건설, 서비스업은 별도로 집계되는 분류 체계가 없음. 발전업 전체와 관련된 부품, 건설, 서비스업 또한 발전용 부품 및 설비만으로 산업 분류를 한정할 수 없는 경우가 많음. 예컨대, 전동기 및 발전기 제조업(KSIC 29111)은 발전업 전체에 사용되는 전기모터, 발전기세트, 회전변환기 등의 부품 제조업을 뜻하는데 그 안에서 재생에너지 관련 부품만을 별도로 파악할 수 없음.
- 건설업 또한 산업생산시설 종합건설업(KSIC 41225), 일반전기공사업(KSIC 42331)이 발전용 건설과 관련이 있는데 발전용 건설만을 별도로 집계하지 않음. 도매, 연구개발, 시설관리와 같은 서비스업도 같은 문제가 있음.
- 이슬기 외(2020)<sup>29)</sup>에 따르면 한국표준산업분류를 기준으로 추정한 재생에너지 관련 산업 규모는 무관한 활동을 하는 다수의 기업체를 분리해 내지 못함으로써 산업 규모의 상한을 제시하고 과대 추정의 우려가 있음을 서술하고 있음.

#### □ 사업체 분류 방법 : 산업밸류체인<sup>30)</sup>

- 통계청에서 제공하는 전국사업체조사와 통계기업등록부를 사업체 단위 연결 자료로 구축하여 산업밸류체인 텍스트 분석을 시행
  - 국가행정통계 모집단의 연결자료를 기반으로 사업체 주사업 변수에

29) 이슬기·허선경·이고은(2020), 「녹색산업 현황 조사 및 활성화 방안 연구」, 국무조정실 용역과제.

30) 이슬기·길은선(2021) 연구 방법을 적용하였으며, 본 과제에서는 밸류체인 단계를 더 세분화하고 1종 오류와 2종 오류를 최소화할 수 있도록 전수 검토 과정을 거쳤음.

텍스트 마이닝 분석법을 적용함. 이를 통해 사업체 단위에서 산업별 류체인을 구분함.

- 주사업 설명은 사업체 모집단에 대해 누락이 거의 없는 빅데이터 형태로 존재하며 상세하게 서술되어 있음. 텍스트 분석시 제조업의 경우 구체적인 생산 모델명을 적시하거나 외래어에서 파생된 은어를 사용하는 경우가 있고, 오타자도 다수 존재하여 분석에 어려움이 있음.
- 따라서 1종 오류가 없다고 기대되는 한국표준산업분류 세세분류에서 출발하여 산업의 특성에 맞는 핵심 키워드를 골라내고, 이 키워드들을 통해 텍스트 마이닝을 시행함. 그리고 예상 밖으로 잘못 표집되는 2종 오류를 제거하는 방식으로 데이터를 정제함<sup>31)</sup>. 키워드를 추려내는 작업이 가능한 이유는 동일한 KSIC 세세분류 내 주사업 설명에 일정한 패턴이 존재하고 사업체가 선호하는 핵심 키워드가 존재하기 때문이다.
- 전국사업체조사는 주사업, 부사업1, 부사업2, 부사업3까지 조사하고, 주사업의 사업비중이 대부분의 응답에서 100%여서 주사업 텍스트 분석으로 충분한 결과를 얻을 수 있음.<sup>32)</sup>
- 업체가 주사업 내용을 부정확하게 기술했을 경우 해당 업체를 적절한 산업에 매칭시킬 수 없어 과소 추정의 문제가 있음.
- “태양조력풍력발전 연구개발”과 같이 태양광 발전에도 속하고 풍력 발전에도 속할 수 있는 사업체는 별도로 구성함. 태양광 발전 및 풍력 발전의 고용영향을 추정할 때에 이 별도 사업체들은 태양광 발전 고용영향과 풍력 발전 고용영향 분석에 모두 포함하였음.
- 최종적으로 2011~2019년까지 태양광 발전에는 17,950개, 풍력 발전에는 1,666개, 둘 다에 해당하는 경우 1,981개의 사업체가 각각의 산업별 류체인으로 분류됨.

31) 1종 오류란 관련 없는 사업체가 태양광 혹은 풍력발전 관련 산업분류코드에 포함되는 것을 의미하고, 2종 오류란 태양광 혹은 풍력의 키워드를 포함하고 있지만 각각의 발전과는 직접적 관련이 없는 다른 산업분류코드에 속하는 경우를 뜻함.

32) 텍스트 분석 키워드는 이슬기·김은선(2021) 참조.

□ 산업대분류별 밸류체인 : 태양광

〈표 4-1〉 산업대분류별 표본 구성 결과 : 태양광

산업 대분류	연구 개발	플라 스틱	금속 가공	전자 부품	장비	전기 기기	일반 기기	수입 유통	건설	발전	시설 관리	유지 수리	토지 개발	기타	합계
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
C	0	72	512	212	65	2,275	360	0	0	0	0	31	0	24	3,551
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,456	0	0	0	0	5,456
F	0	0	0	0	0	0	0	0	5,963	0	0	0	0	0	5,963
G	0	0	0	0	0	0	0	1,570	0	0	0	0	0	4	1,574
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
J	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	40
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147	4	151
M	827	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	827
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	265	0	0	6	271
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	6
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	50	0	0	89
합계	857	72	512	212	65	2,275	360	1,570	5,963	5,456	309	81	147	71	17,950

주 : A. 농업, 임업, 어업; B. 광업; C. 제조업; D. 전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업; E. 수도, 하수 및 폐기물 처리, 원료 재생업; F. 건설업; G. 도매 및 소매업; H. 운수 및 창고업; I. 숙박 및 음식점업; J. 정보통신업; K. 금융 및 보험업; L. 부동산업; M. 전문, 과학 및 기술서비스업; N. 사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업; O. 공공행정, 국방 및 사회보장 행정; P. 교육서비스; Q. 보건업 및 사회복지 서비스업; R. 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업; S. 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업.

□ 산업대분류별 밸류체인 : 풍력

〈표 4-2〉 산업대분류별 표본 구성 결과 : 풍력

산업 대분류	연구 개발	플라 스틱	금속 가공	전자 부품	장비	전기 기기	일반 기기	수입 유통	건설	발전	시설 관리	유지 수리	토지 개발	기타	합계
C	0	12	254	8	19	290	160	0	0	0	0	31	0	13	787
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	327	0	0	0	0	327
F	0	0	0	0	0	0	0	0	167	0	0	0	0	0	167

〈표 4-2〉의 계속

산업 대분류	연구 개발	플라 스틱	금속 가공	전자 부품	장비	전기 기기	일반 기기	수입 유통	건설	발전	시설 관리	유지 수리	토지 개발	기타	합계
G	0	0	0	0	0	0	0	125	0	0	0	0	0	0	125
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
J	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	9
M	189	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	27	0	0	37
합계	196	12	254	8	19	290	160	125	167	327	25	58	9	16	1,666

주 : A. 농업, 임업, 어업; B. 광업; C. 제조업; D. 전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업; E. 수도, 하수 및 폐기물 처리, 원료 재생업; F. 건설업; G. 도매 및 소매업; H. 운수 및 창고업; I. 숙박 및 음식점업; J. 정보통신업; K. 금융 및 보험업; L. 부동산업; M. 전문, 과학 및 기술서비스업; N. 사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업; O. 공공행정, 국방 및 사회보장 행정; P. 교육서비스; Q. 보건업 및 사회복지 서비스업; R. 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업; S. 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업.

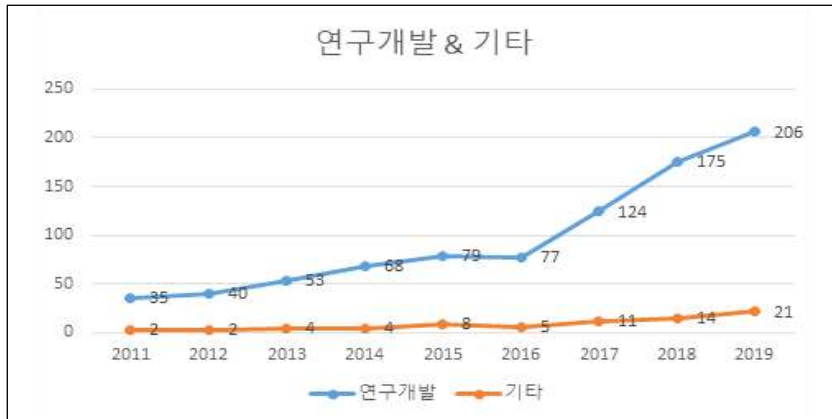
## 제2절 밸류체인별 규모

### 1. 태양광 발전 산업 밸류체인별 규모

#### □ 연구개발 및 기타

- 태양광 발전 관련 연구개발 기업체 수는 지속적으로 증가 추세
- 특히 2016년 이후 증가세가 두드러짐.

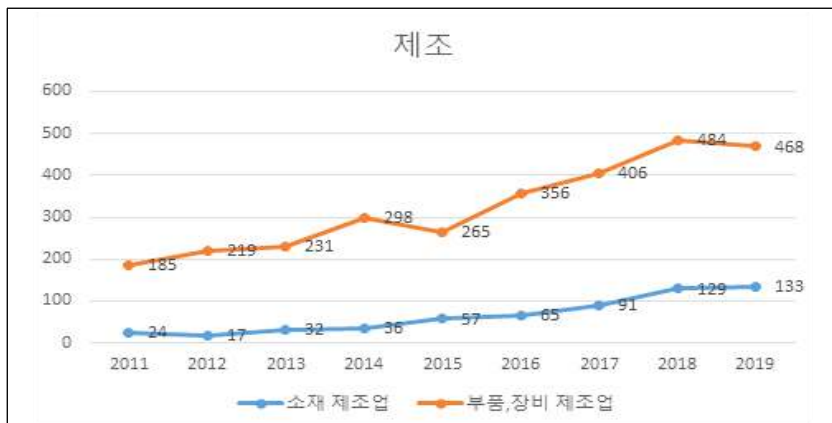
[그림 4-1] 연구개발 및 기타 기업체 수 변화



#### □ 제조업

- 소재제조업 : 플라스틱 필름소재(폴리 실리콘, 잉곳, 태양광 필름, 유리, 흑연 등), 금속 가공 소재(알루미늄, 강판, H빔, C형강, 파이프, 각관 절단 및 용접 등)
- 부품, 장비 제조업 : 전자부품(판넬, 솔라셀, 모듈 등), 장비(검사장비, 방전진단장비, 계측기 등), 전기기기 부품(태양광발전 모듈, 발전 시스템, 발전 장치 등), 일반기기 부품(태양열집열판, 판넬 보일러, 컨트롤러 등)

[그림 4-2] 제조업 기업체 수 변화



- 소재제조업 기업체 수는 2011년 24개, 2015년 57개, 2019년 133개로 증가
- 부품, 장비 제조업 기업체 수는 2011년 185개, 2015년 265개, 2019년 468개로 증가

□ 수입 유통

- 수입 유통 기업체 수는 2011년 97개, 2015년 189개, 2019년 302개로 증가
- 2018~2019년 사이 기업체 수가 크게 증가함.

[그림 4-3] 수입 및 유통 기업체 수 변화



□ 건설 및 발전

- 건설업체수는 2011년 202개, 2015년 361개, 2019년 1,531개로 2015년 이후 크게 증가함.
- 발전업체 수는 2011년 117개, 2015년 273개, 2019년 1,955개로 2015년 이후 크게 증가함.

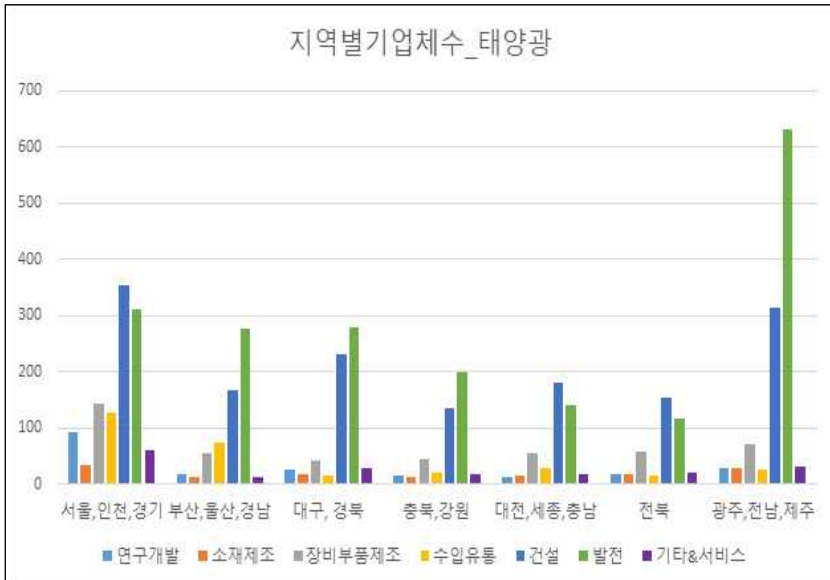


- 유지수리 서비스는 2011년 3개, 2015년 12개, 2019년 14개로 2015년 이후 유지
- 토지개발 부동산 서비스업체 수는 2015년 2개에서 2019년 71개로 크게 증가

□ 태양광 발전 산업 지역별 기업체 수

- 연구개발, 장비부품 제조, 수입 유통, 기타 및 서비스업은 수도권(서울, 인천, 경기) 지역에 가장 많이 분포
- 발전업은 광주, 전남, 제주 지역에 가장 많이 분포하고 수도권과 경상권이 비슷한 분포를 보임.

[그림 4-6] 지역별 밸류체인별 기업체 수

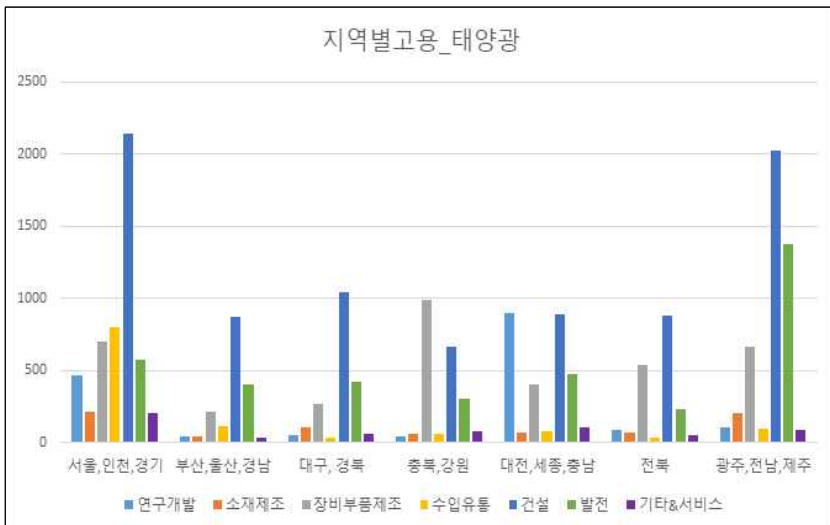


□ 태양광 발전 산업 지역별 고용

- 충북·강원 제외 모든 지역에서 건설업 고용이 가장 많음.
- 발전업은 기업체 수에 비해 상대적 고용인원이 적음.

- 수도권은 건설, 수입유통, 장비부품제조업 순으로 고용이 많음.
- 경남, 경북 지역은 건설, 발전업 고용이 많음.
- 충북, 강원 지역은 장비·부품제조, 건설업 순으로 고용이 많음.
- 대전, 세종, 충남지역에 연구개발 고용이 두드러짐.
- 전남지역은 발전업 기업체 수가 가장 많으나 고용은 건설업, 발전업 순으로 많음.

[그림 4-7] 지역별 밸류체인별 고용



〈표 4-3〉 태양광 밸류체인별 고용인원

(단위: 명)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
연구개발	169	194	212	274	1,915	867	1,028	1,213	1,687
플라스틱필름소재	181	181	264	148	28	298	93	84	37
금속가공소재	234	103	168	160	206	358	565	738	701
전자부품	411	590	1,506	1,362	874	868	920	558	515
장비	101	234	170	116	66	57	47	45	45
전기기기부품	1,905	2,113	1,607	2,129	2,291	3,508	3,976	4,255	3,210
일반기기부품	659	475	528	552	764	531	284	315	423

〈표 4-3〉의 계속

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
수입유통 (해외제조업체)	468	444	517	584	830	778	865	915	1,214
건설	1,293	1,661	2,328	2,629	2,128	3,969	4,870	7,055	8,507
발전	442	530	532	808	523	1,362	2,236	2,893	3,771
시설관리 및 컨설팅 서비스	16	26	238	215	237	180	112	195	198
유지수리 서비스	4	6	9	9	15	47	33	42	51
토지개발 부동산서비스	1	11	16	13	9	28	75	156	212
기타	6	3	15	18	44	32	109	219	148
전체	5,884	6,568	8,095	8,999	6,915	12,851	15,104	18,464	20,138

## 2. 태양광 발전 산업 밸류체인별 기업 수명

□ 전국사업체조사는 각 기업의 시작 시기를 명시함

○ 밸류체인별로 구분한 기업들을 패널데이터로 구성하여 기업 수명을 살펴볼 수 있음. 기업이 폐업하거나 다른 업종으로 전환한 경우 표본에서 사라짐. 기업이 폐업할 경우 전국사업체 조사 모집단에서 사라질 것이고, 업종을 전환한 경우 태양광 발전 산업 관련 표본에 포함되지 않을 것. 시작 연도와 기업의 최종 관측연도를 바탕으로 기업의 수명을 가늠할 수 있고, 다만 2019년 이후에도 유지되는 기업의 경우에는 표본이 우중도절단(right censoring)됨.

□ 연구개발

- 우중도절단된 경우를 제외하고, 음영으로 표시된 부분은 기업 수명이 2년 이하인 비중을 의미
- 10~38%의 기업이 시작한 해와 최종 관측 연도가 같아 기업 수명이 1년으로 나타남.
- 6~27%의 기업은 시작후 다음 연도까지 관찰되어 기업 수명이 2년으로

나타남.

- 특히 2012년 개업한 기업의 62%가 2년 이하의 수명을 보여 탈락률이 가장 높음.

〈표 4-4〉 연구개발 산업 기업의 시작 및 최종 관측 연도

(단위: 비율)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1999	0.08	0.08	0.17	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.58
2004	0.10	0.00	0.10	0.00	0.20	0.00	0.10	0.00	0.50
2009	0.25	0.00	0.13	0.18	0.03	0.05	0.00	0.00	0.38
2010	0.24	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.06	0.06	0.06
2011	0.18	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.41
2012	0.00	0.38	0.24	0.05	0.05	0.05	0.10	0.00	0.14
2013	0.00	0.00	0.10	0.27	0.10	0.13	0.00	0.00	0.40
2014	0.00	0.00	0.00	0.30	0.19	0.03	0.05	0.08	0.35
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.05	0.15	0.61
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.06	0.15	0.65
2017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.23	0.58
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.79
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

주: 세로축은 기업의 시작 연도, 가로축은 최종 관측 연도를 나타냄.

#### □ 소재 제조업

- 소재 제조업 기업체 수는 2018년 이후 크게 증가
- 2018년 시작한 기업 43개 중 21%가 그 해 마지막 관측

〈표 4-5〉 연구개발 산업 기업의 시작 및 최종 관측 연도(소재 제조업)

(단위: 비율)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1999	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2004	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.80
2009	0.08	0.08	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79
2010	0.11	0.11	0.22	0.00	0.11	0.11	0.00	0.11	0.22
2011	0.00	0.22	0.22	0.22	0.00	0.00	0.00	0.11	0.22

〈표 4-5〉의 계속

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2012	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.50
2013	0.00	0.00	0.14	0.00	0.14	0.00	0.05	0.09	0.59
2014	0.00	0.00	0.00	0.13	0.22	0.00	0.09	0.17	0.39
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.12	0.12	0.15	0.58
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.13	0.25	0.56
2017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.32	0.63
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.79
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

주: 세로축은 기업의 시작 연도, 가로축은 최종 관측 연도를 나타냄.

#### □ 부품장비 제조업

○ 기업 시작 연도와 마지막 관측 연도가 같은 해인 기업 비중은 8~24%

○ 기업 시작 연도 다음 해가 마지막 관측 연도인 기업 비중은 5~19%

〈표 4-6〉 연구개발 산업 기업의 시작 및 최종 관측 연도(부품장비 제조업)

(단위: 비율)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1999	0.07	0.07	0.00	0.09	0.00	0.07	0.07	0.00	0.64
2004	0.02	0.04	0.04	0.10	0.04	0.12	0.06	0.10	0.50
2009	0.13	0.11	0.08	0.05	0.07	0.05	0.04	0.05	0.43
2010	0.12	0.12	0.10	0.06	0.06	0.07	0.03	0.03	0.42
2011	0.14	0.11	0.14	0.14	0.04	0.04	0.02	0.10	0.28
2012	0.00	0.14	0.05	0.10	0.06	0.05	0.08	0.08	0.45
2013	0.00	0.00	0.11	0.19	0.05	0.04	0.05	0.13	0.45
2014	0.00	0.00	0.00	0.24	0.11	0.04	0.07	0.12	0.42
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.10	0.17	0.14	0.37
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.17	0.24	0.49
2017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.17	0.75
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.79
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

주: 세로축은 기업의 시작 연도, 가로축은 최종 관측 연도를 나타냄.

□ 수입 유통

- 기업 시작 연도와 마지막 관측 연도가 같은 해인 기업 비중은 18~27%
- 기업 시작 연도 다음 해가 마지막 관측 연도인 기업 비중은 13~32%

〈표 4-7〉 연구개발 산업 기업의 시작 및 최종 관측 연도(수입 유통)

(단위: 비율)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1999	0.07	0.07	0.00	0.09	0.00	0.07	0.07	0.00	0.64
2004	0.02	0.04	0.04	0.10	0.04	0.12	0.06	0.10	0.50
2009	0.13	0.11	0.08	0.05	0.07	0.05	0.04	0.05	0.43
2010	0.12	0.12	0.10	0.06	0.06	0.07	0.03	0.03	0.42
2011	0.14	0.11	0.14	0.14	0.04	0.04	0.02	0.10	0.28
2012	0.00	0.14	0.05	0.10	0.06	0.05	0.08	0.08	0.45
2013	0.00	0.00	0.11	0.19	0.05	0.04	0.05	0.13	0.45
2014	0.00	0.00	0.00	0.24	0.11	0.04	0.07	0.12	0.42
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.10	0.17	0.14	0.37
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.17	0.24	0.49
2017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.17	0.75
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.79
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

주: 세로축은 기업의 시작 연도, 가로축은 최종 관측 연도를 나타냄.

□ 건설

- 기업 시작 연도와 마지막 관측 연도가 같은 해인 기업 비중은 7~19%
- 기업 시작 연도 다음 해가 마지막 관측 연도인 기업 비중은 8~20%

〈표 4-8〉 건설업 기업의 시작 및 최종 관측 연도

(단위: 비율)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1999	0.03	0.10	0.13	0.08	0.08	0.05	0.08	0.10	0.38
2004	0.04	0.00	0.15	0.07	0.03	0.07	0.04	0.06	0.53
2009	0.09	0.11	0.07	0.14	0.06	0.09	0.04	0.06	0.35
2010	0.08	0.20	0.05	0.07	0.15	0.07	0.05	0.03	0.31

〈표 4-8〉의 계속

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2011	0.10	0.16	0.12	0.05	0.10	0.04	0.03	0.09	0.33
2012	0.00	0.10	0.18	0.12	0.08	0.02	0.06	0.05	0.38
2013	0.00	0.00	0.15	0.16	0.13	0.09	0.05	0.06	0.36
2014	0.00	0.00	0.00	0.14	0.14	0.14	0.05	0.13	0.40
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.19	0.08	0.07	0.59
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.13	0.18	0.50
2017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.20	0.66
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.84
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

주 : 세로축은 기업의 시작 연도, 가로축은 최종 관측 연도를 나타냄.

#### □ 발전업

- 기업 시작 연도와 마지막 관측 연도가 같은 해인 기업 비중은 4~12%
- 기업 시작 연도 다음 해가 마지막 관측 연도인 기업 비중은 6~15%

〈표 4-9〉 발전업 기업의 시작 및 최종 관측 연도

(단위: 비율)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1999	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.79
2004	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.10	0.00	0.10	0.67
2009	0.04	0.07	0.08	0.12	0.05	0.14	0.04	0.06	0.41
2010	0.07	0.03	0.07	0.07	0.10	0.07	0.00	0.17	0.41
2011	0.08	0.08	0.04	0.14	0.04	0.06	0.06	0.02	0.47
2012	0.00	0.04	0.12	0.10	0.06	0.12	0.04	0.13	0.40
2013	0.00	0.00	0.08	0.11	0.07	0.05	0.04	0.14	0.51
2014	0.00	0.00	0.00	0.07	0.09	0.16	0.04	0.17	0.48
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.08	0.03	0.15	0.70
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.06	0.13	0.73
2017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.15	0.77
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.88
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

주 : 세로축은 기업의 시작 연도, 가로축은 최종 관측 연도를 나타냄.

□ 서비스 및 기타

○ 기업 시작 연도와 마지막 관측 연도가 같은 해인 기업 비중은 17~27%

○ 기업 시작 연도 다음 해가 마지막 관측 연도인 기업 비중은 최대 33%

〈표 4-10〉 서비스업 및 기타 산업 기업의 시작 및 최종 관측 연도

(단위: 비율)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1999	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.40	0.00	0.40
2004	0.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
2009	0.00	0.00	0.06	0.06	0.06	0.13	0.00	0.06	0.63
2010	0.10	0.10	0.00	0.10	0.20	0.20	0.00	0.10	0.20
2011	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60
2012	0.00	0.17	0.33	0.17	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17
2013	0.00	0.00	0.27	0.00	0.09	0.05	0.09	0.05	0.45
2014	0.00	0.00	0.00	0.18	0.24	0.00	0.06	0.12	0.41
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.22	0.11	0.00	0.50
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	0.20	0.47
2017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.24	0.54
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.79
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

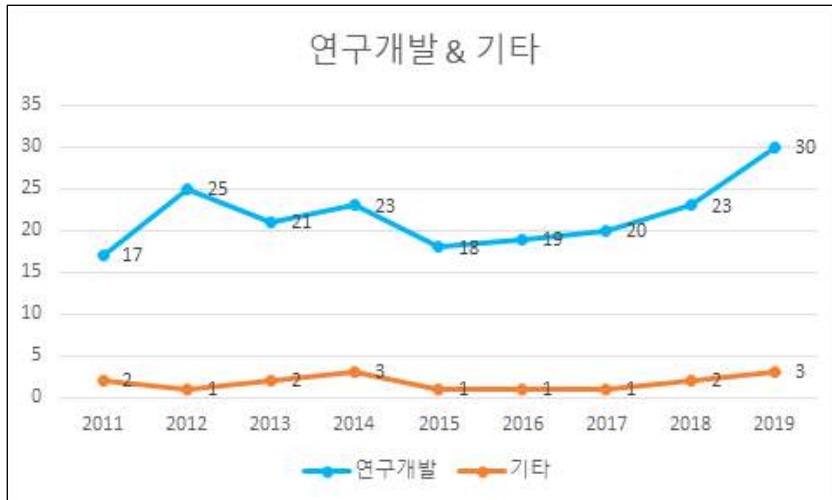
주: 세로축은 기업의 시작 연도, 가로축은 최종 관측 연도를 나타냄.

### 3. 풍력발전 산업 밸류체인별 규모

□ 연구개발 및 기타

○ 풍력발전 관련 연구개발 기업체 수는 2015년 이후 증가 추세

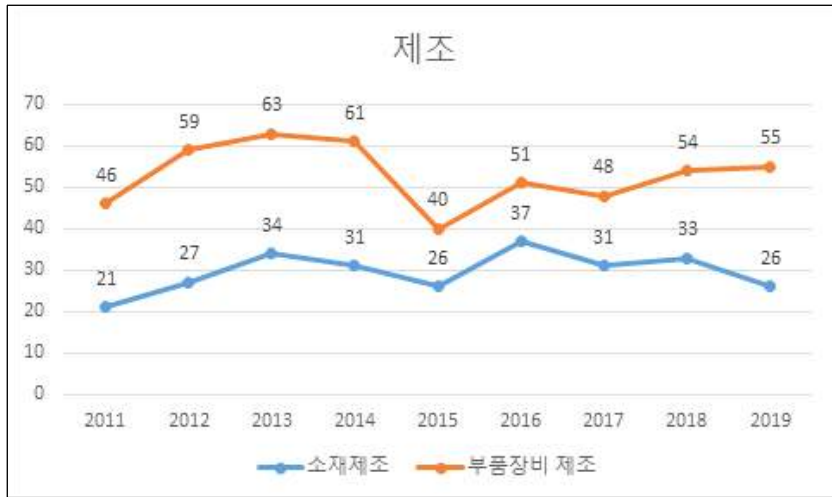
[그림 4-8] 풍력발전 관련 연구개발 및 기타 산업 기업체 수



#### □ 제조업

- 소재제조업 : 플라스틱 필름소재, 금속 가공 소재(풍력 플랜지, 샤프트, 타워용 철판, 파이프 CNC, MCT 가공 등)
- 부품, 장비 제조업 : 전자부품, 장비(풍력 계기, 온도센서, 테스트 장치 등), 전기기기 부품(풍력 발전기, 블레이드 등), 일반기기 부품(풍력 베어링, 샤프트, 블레이드 등)
- 소재제조업 기업체 수는 2011년 21개, 2015년 26개, 2019년 26개로 증감 반복
- 부품, 장비 제조업 기업체 수는 2011년 46개, 2015년 40개, 2019년 55개로 증가
- 풍력 발전 관련 연구개발 산업과 제조업 기업체 수는 뚜렷한 증가 추세를 보이지는 않음.

[그림 4-9] 제조업 기업체 수 변화



#### □ 수입 유통

- 수입 유통 기업체 수는 2013년 8개, 2015년 15개, 2017년 17개로 증가하다 이후 감소세를 보임

[그림 4-10] 수입 및 유통 기업체 수 변화



□ 건설 및 발전

- 건설업체수는 2011년 11개, 2015년 13개, 2019년 33개로 2015년 이후 증가 추세를 보임.
- 발전업체 수는 2011년 12개, 2015년 20개, 2019년 80개로 2015년 이후 크게 증가함.

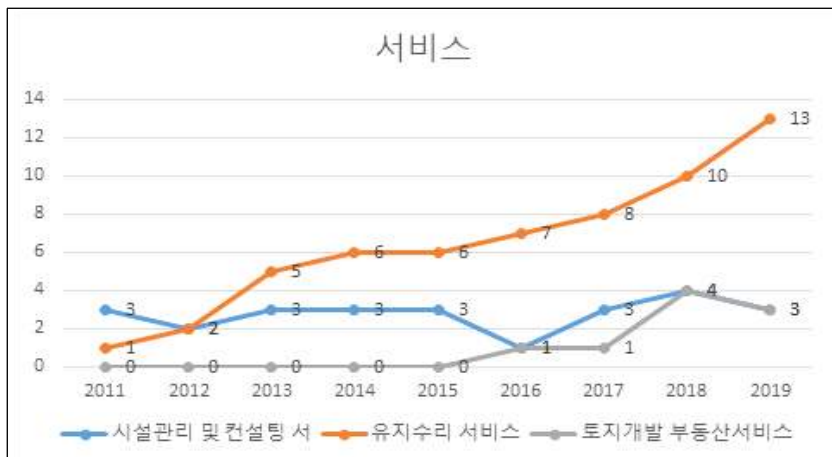
[그림 4-11] 건설 및 발전 사업체 수 변화



□ 서비스

- 시설관리 및 컨설팅 서비스업체 수는 2011년 이후 3~4개 수준 유지
- 유지수리 서비스는 2011년 1개였으나 지속적으로 증가하여 2019년 13개
- 토지개발 부동산 서비스업체 수는 2016년 이후 관찰되고 2018년 4개, 2019년 3개 기업체가 관찰됨.

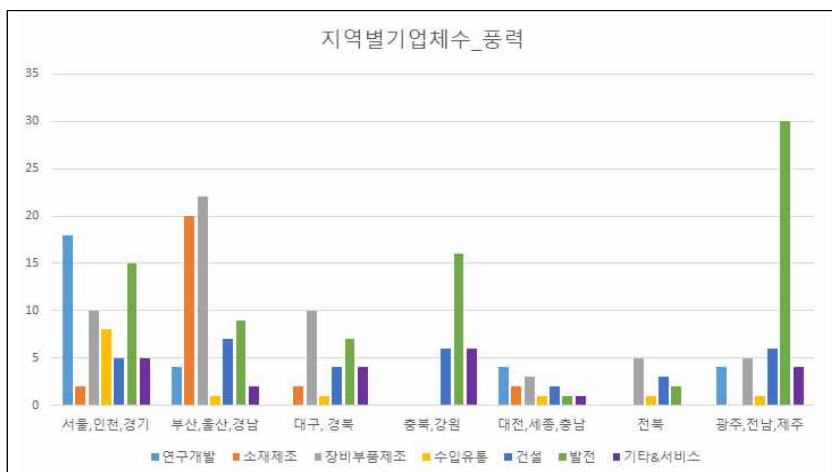
[그림 4-12] 서비스업 사업체 수 변화



#### □ 풍력발전 산업 지역별 기업체 수

- 연구개발 산업은 수도권(서울, 인천, 경기) 지역에 가장 많이 분포
- 제조업(소재제조와 장비부품제조)은 부산, 울산, 경남 지역에 가장 많이 분포
- 발전업은 광주, 전남, 제주 지역에 가장 많이 분포하고 충북, 강원, 수도권이 뒤이어 많음.

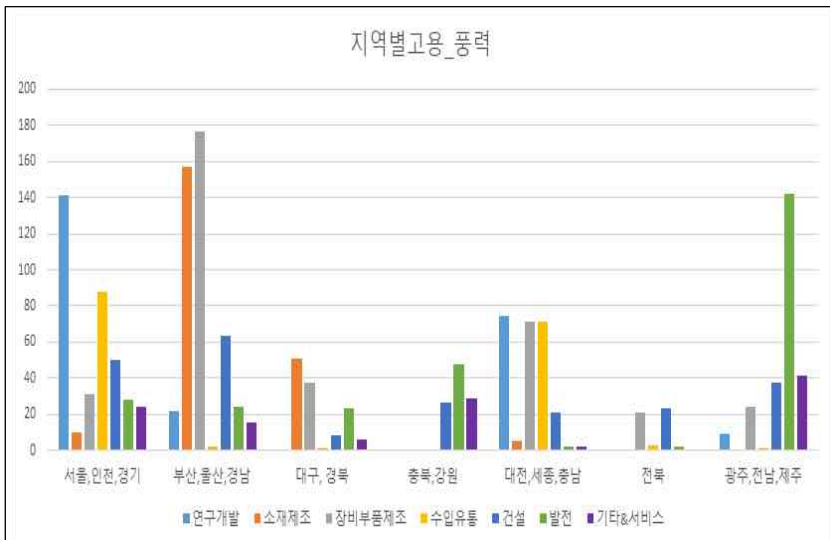
[그림 4-13] 지역별 밸류체인별 기업체 수



#### □ 풍력발전 산업 지역별 고용

- 태양광 발전은 건설업 고용이 가장 많았으나 풍력은 밸류체인별 고용이 대체로 비슷함.
- 고용인원은 기업체 수와 대체로 비례함. 다만 대전, 세종, 충남 지역에서 연구개발, 장비부품제조, 수입유통 산업에서 기업체 수에 비해 고용이 많은 편
- 수도권은 연구개발, 수입유통, 건설 순으로 고용이 많음.
- 경남, 경북 지역은 소재제조, 장비부품제조업 고용이 높음.
- 충북, 강원 지역은 장비부품제조, 건설업 순으로 고용이 많음.
- 충북·강원과 전남·제주 지역은 발전업 고용이 높은 편이고, 발전업 기업체 수가 많은 이들 지역에서 서비스 산업 고용도 높은 편

[그림 4-14] 지역별 밸류체인별 고용



〈표 4-11〉 풍력 밸류체인별 고용인원

(단위: 명)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
연구개발	285	269	233	178	165	228	235	233	246
플라스틱필름소재	83	97	110	67	3	3	5	6	.
금속가공소재	253	336	668	243	115	381	168	205	223
전자부품	4	1	5	7	14	8			4
장비	9	9	8	7	9	25	53	63	8
전기기기부품	493	407	376	423	106	218	201	161	95
일반기기부품	353	523	482	364	38	481	182	543	254
수입유통 (해외제조업체)	48	47	19	100	111	100	141	164	166
건설	104	164	177	175	174	152	182	229	228
발전	68	54	119	171	101	150	207	234	269
시설관리 및 컨설팅 서비스	4	4	45	5	10	2	6	10	10
유지수리 서비스	8	35	24	25	38	32	37	93	75
토지개발 부동산서비스	0	0	0	0	0	2	2	19	15
기타	21	26	49	49	3	4	32	35	17
전체	1,733	1,972	2,315	1,814	887	1,786	1,451	1,995	1,610

#### 4. 풍력발전 산업 기업 수명

□ 전국사업체조사는 각 기업의 시작 시기를 명시함.

○ 밸류체인별로 구분한 기업들을 패널데이터로 구성하여 기업 수명을 살펴볼 수 있음. 기업이 폐업하거나 다른 업종으로 전환한 경우 표본에서 사라짐. 기업이 폐업할 경우 전국사업체조사 모집단에서 사라질 것이고, 업종을 전환한 경우 태양광 발전 산업 관련 표본에 포함되지 않을 것. 시작연도와 기업의 최종 관측연도를 바탕으로 기업의 수명을 가늠할 수 있고, 다만 2019년 이후에도 유지되는 기업의 경우에는 표본이 우중도 절단(right censoring)됨.

○ 풍력발전 산업의 경우 태양광 발전과 달리 산업의 규모가 작아 밸류체

인별로 나누면 단위가 너무 작아짐. 따라서 전체 산업에서 기업의 시작 및 최종 관측 연도를 살펴봄.

- 기업 시작 연도와 마지막 관측연도가 같은 해인 기업 비중은 6~25%. 특히 2018년 시작한 기업이 이후에 관측되지 않는 경우가 25%로 가장 비중이 큼.
- 기업 시작 연도 다음 해가 마지막 관측연도인 기업 비중은 10~24%
- 기업 수명이 2년 이내인 경우가 대체로 25% 이상

〈표 4-12〉 풍력발전 관련 산업 기업의 시작 및 최종 관측연도

(단위: 비율)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1999	0.00	0.04	0.09	0.04	0.00	0.09	0.09	0.00	0.65
2004	0.08	0.00	0.08	0.08	0.04	0.00	0.08	0.04	0.58
2009	0.10	0.10	0.10	0.10	0.05	0.08	0.04	0.07	0.36
2010	0.06	0.14	0.09	0.17	0.06	0.06	0.06	0.06	0.31
2011	0.15	0.13	0.15	0.12	0.08	0.04	0.04	0.04	0.25
2012	0.00	0.10	0.10	0.25	0.10	0.02	0.02	0.02	0.38
2013	0.00	0.00	0.18	0.24	0.14	0.00	0.04	0.08	0.33
2014	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.11	0.06	0.06	0.39
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.21	0.13	0.21	0.38
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.16	0.18	0.53
2017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.16	0.69
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.75
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

주: 세로축은 기업의 시작 연도, 가로축은 최종 관측연도를 나타냄.

## 5. 기타 재생에너지 관련 산업

- 태양광과 풍력 발전을 구분할 수 없지만 두 에너지원 발전 모두와 관련된 사업체가 존재함. 이를 기타로 구분하여 밸류체인별 기업체 수 변화를 계산함. 기업 수 규모는 풍력 발전보다 크고 연구개발 산업에서의 기업체 증가가 두드러짐. 밸류체인별 기업체 수 변화는 아래 그림으로 제시

[그림 4-15] (기타 재생에너지) 연구개발 및 기타 산업 기업체 수 변화



[그림 4-16] (기타 재생에너지) 제조업 기업체 수 변화



[그림 4-17] (기타 재생에너지) 수입 및 유통업 기업체 수 변화



[그림 4-18] (기타 재생에너지) 건설 및 발전업 기업체 수 변화



[그림 4-19] (기타 재생에너지) 서비스업 기업체 수 변화



〈표 4-13〉 기타재생에너지 밸류체인별 고용인원

(단위: 명)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
연구개발	111	150	208	337	331	308	385	520	921
플라스틱필름소재	11	·	4	14	8	·	16	17	20
금속가공소재	6	1	·	4	18	10	10	25	40
전자부품	·	9	36	26	9	8	·	·	3
장비	8	8	8	·	·	1	3	4	2
전기기기부품	32	23	49	67	53	63	61	32	56
일반기기부품	10	23	28	41	28	24	28	42	13
수입유통 (해외제조업체)	63	44	43	48	66	104	87	88	72
건설	382	437	1,008	1,274	165	1,062	804	758	851
발전	10	16	38	31	120	39	53	49	52
시설관리 및 컨설팅 서비스	31	29	80	21	63	36	22	9	17
유지수리 서비스	·	·	·	26	26	13	11	12	1
토지개발 부동산서비스	·	·	·	·	7	11	1	6	5
기타	17	39	36	33	48	33	28	34	39
전체	664	740	1,502	1,889	894	1,679	1,481	1,562	2,053

〈표 4-14〉 기타재생에너지 관련 산업 기업의 시작 및 최종 관측연도

(단위: 비율)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1999	0.03	0.03	0.03	0.17	0.07	0.10	0.00	0.03	0.53
2004	0.00	0.04	0.02	0.09	0.00	0.00	0.04	0.11	0.70
2009	0.09	0.11	0.10	0.14	0.08	0.04	0.04	0.06	0.34
2010	0.10	0.14	0.19	0.10	0.10	0.07	0.02	0.02	0.26
2011	0.15	0.14	0.14	0.09	0.18	0.00	0.06	0.03	0.21
2012	0.00	0.11	0.07	0.18	0.10	0.08	0.03	0.06	0.37
2013	0.00	0.00	0.20	0.19	0.10	0.11	0.04	0.06	0.31
2014	0.00	0.00	0.00	0.19	0.18	0.20	0.08	0.06	0.29
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.14	0.08	0.19	0.38
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.13	0.28	0.37
2017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.31	0.53
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.85
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

주: 세로축은 기업의 시작 연도, 가로축은 최종 관측 연도를 나타냄.

### 제3절 밸류체인별 고용영향 추정

#### 1. 분석 방법

□ 분석 모형 및 분석의 단위

○ 분석 모형은 밸류체인별 고용효과를 추정할 수 있도록 구성

- 분석의 단위는 개별 기업이 될 수도 있고, 밸류체인이 될 수도 있음.
- 분석단위가 개별 기업일 경우 고정효과 모형을 사용하면 재생에너지 확대에 인한 개별 기업의 고용영향을 추정함. 즉, 재생에너지 확대에 의해 관련 기업들의 크기가 고용 측면에서 커졌는지 알 수 있음.
- 하지만 기업의 수에 미치는 영향은 알 수 없기 때문에 전체 고용영향을 추정하는 데에는 한계가 있음.

- 밸류체인을 분석의 단위로 설정할 경우 최대 13개의 밸류체인만 고려할 수 있기 때문에 연도를 고려하더라도 분석표본의 크기가 충분하지 않음. 이에 지역별 밸류체인을 고려하여 분석 샘플의 크기를 확보하고자 함.
- 밸류체인을 분석 단위로 설정할 경우 재생에너지 확대에 의해 관련 산업의 고용이 전반적으로 얼마나 증가하였는지 추정하고, 밸류체인 별로 다른 특성은 밸류체인 고정효과를 통해 통제함.

#### □ 주요 설명 변수

- 본 분석에서는 태양광과 풍력 각각에 대하여 설비 용량이 증가하였을 때 고용에 어느 정도 영향을 미치는지 추정함.
- 발전소 현황 데이터를 함께 이용. 데이터는 발전소 단위의 설비용량, 소재지, 설비 확인 연도를 제공함. 이 데이터를 지역 단위로 묶으면 연도 별로 각 지역에서 태양광 및 풍력 발전이 얼마나 증가하였는지 설비용량(MW) 단위로 파악이 가능
- 지역별 변수를 모형에 사용하면 특정 지역에서 태양광 및 풍력 발전 설비가 증가하였을 때 그 지역에 소재하는 관련 산업의 고용영향을 추정함. 지역별 변수가 아니라 전체 변수를 사용하면 연도별로 증가한 재생에너지원 설치 용량에 따라 각 지역의 관련 산업들이 평균적으로 얼마나 큰 영향을 받았는지 추정함.
- 태양광 및 풍력발전소가 설치되었을 때 반드시 그 설치 지역의 산업만 영향을 받는다는 가정은 현실성이 떨어짐. 따라서 국가 전체에서 태양광 및 풍력 발전의 설비용량이 증가하였을 때 관련 산업의 고용이 얼마나 큰 영향을 받는지 추정할 것이고, 분석의 단위는 지역별 밸류체인으로 최종 모형을 설정<sup>33)</sup>

#### □ 추정식

$$y_{v,s,t} = \alpha + \beta_1 (E_t \times D_v) + \beta_2 E_t + \tau_t + \mu_v + \delta_s + \epsilon_{v,s,t}$$

33) 실제 지역별 변수를 모형에서 사용하면 유의미한 결과가 나오지 않음을 확인함.

- 하첨자  $v$ 는 7개의 밸류체인,  $s$ 는 17개 시도,  $t$ 는 분석연도를 나타냄.
  - 13개로 구성된 밸류체인을 7개로 묶어 ① 연구개발, ② 소재제조, ③ 부품제조, ④ 수입유통, ⑤ 건설, ⑥ 발전, ⑦ 기타서비스업으로 구성
  - 소재제조업은 플라스틱·필름소재 제조업과 금속가공소재 제조업을 포함
  - 부품제조업은 전자부품, 장비, 전기기기부품, 일반기기부품 제조업을 포함
  - 기타서비스업은 시설관리 및 컨설팅, 유지수리 서비스, 토지개발 및 부동산 서비스를 포함
- 좌변은 각 지역, 밸류체인, 연도 단위의 고용 규모
- 주요 변수인  $E_t$ 는  $t$ 년도에 건설된 태양광 또는 풍력 설비용량을 의미함.<sup>34)</sup>
- $\tau_t$ : 연도 고정효과
- $\mu_v$ : 밸류체인 고정효과
- $\delta_s$ : 지역 고정효과
- 표준오차는  $v \times s$ 단위의 군집 표준오차
- 같은 모형을 패널고정효과 모형으로 추정하여도 즉, 밸류체인과 지역의 교호항을 고정효과로 통제하여도 결과는 질적으로 동일함.

34) 제조업, 건설업, 토지개발 서비스 등의 밸류체인은 발전소 건설이 완료되기 전에 영향을 받을 것이고, 발전업, 연구개발, 컨설팅 서비스 같은 경우는 발전소 건설 연도 이후에도 재생에너지 확대의 영향을 받을 수 있음. 따라서  $t+1$ 년도 발전소 현황도 고려하여 추정하였으나 결과에 큰 차이가 없어 시점은 모두  $t$ 년으로 함.

## 2. 태양광 발전 설비 확대의 고용 영향

〈표 4-15〉 태양광 설비 확대의 고용영향

	Coef.	Std. Err.	t-value	고용영향
$E_t$	0.046	0.002	23.27	0.046
$E_t$ X 소재 제조	-0.039	0.002	-21.12	0.007
$E_t$ X 부품 제조	-0.043	0.002	-27.97	0.003
$E_t$ X 수입 유통	-0.030	0.001	-39.56	0.016
$E_t$ X 건설	0.109	0.000	260.16	0.155
$E_t$ X 발전	0.034	0.002	20.68	0.080
$E_t$ X 기타서비스업	-0.038	0.003	-12.45	0.008

주 : coef.는 표에 제시된 변수에 해당하는 계수 추정치를 나타내고, 표준오차와 t-value는 이 계수 추정치에 해당하는 표준오차와 t-value임. 마지막 열은 설비용량 증가에 따른 밸류체인별 고용영향의 정도를 나타냄. 연도, 지역, 밸류체인 고정효과 포함. 설비용량 단위는 MW.

### □ 모형 추정 계수

○ 추정식을 통해 추정한 결과가 〈표 4-15〉에 제시. 고정효과에 대한 결과는 제외하고  $\beta_1$ 과  $\beta_2$  추정값만 제시.  $E_t$  계수 추정치는 태양광 발전 설비용량이 1MW 증가할 때 연구개발 산업에서의 고용 증가분을 의미함. 그 아래 행들은  $E_t$  계수 추정치와의 차이를 의미함.

- 태양광 발전 설비용량이 1MW 증가할 때, 연구개발에서는 0.046명 고용 증가
- 소재 제조 및 부품 제조업 증가는 이보다 훨씬 적은 0.007명 (=0.046-0.039), 0.003명(=0.046-0.043). 수입 유통은 0.016명(0.046-0.030) 증가
- 기타 서비스업도 연구개발 고용 증가분보다 적은 0.008명(0.046-0.038) 증가
- 건설업과 발전업은 다른 산업들보다 큰 고용효과를 보이고 특히 건설업에서 가장 큰 고용효과를 보임. 태양광 발전 설비용량이 1MW 증가할 때 건설업 고용은 0.155명(=0.046+0.109) 증가. 발전업에서는 0.080명(=0.046+0.034) 증가함.

□ 시나리오에 따른 고용 영향

- 2019년 태양광 발전 보급용량이 10.7GW이고, 시나리오1(기준안)에 따른 보급전망은 34.0GW, 시나리오2(비교안)에 따른 보급전망은 51.6GW 임.
- 2019년의 보급용량과 2030년 보급 전망과의 차이는 각각 23.3GW, 41.0GW로 나타남.
- 설비용량 증가분에 대해 위 추정치만큼의 추가 고용이 필요하다고 가정할 때 각 밸류체인별 고용 변화는 [그림 4-20]~[그림 4-27]과 같음.
- 전체 고용은 2019년 대비 기준안에 따르면 7,418명 증가하여 28,137명 전망. 비교안에 따르면 13,049명 증가하여 33,768명 전망

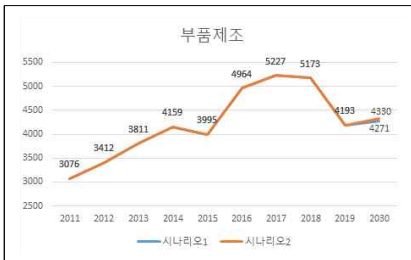
[그림 4-20] 연구개발



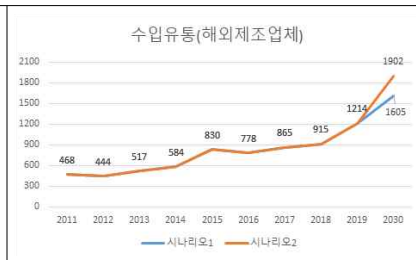
[그림 4-21] 소재제조



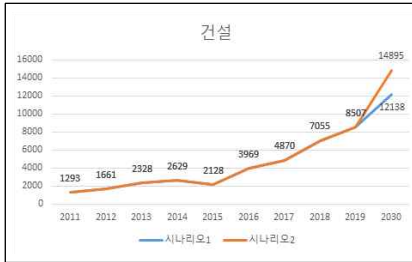
[그림 4-22] 부품제조



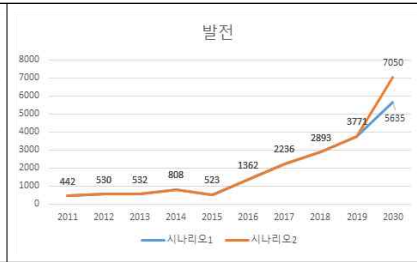
[그림 4-23] 수입유통



[그림 4-24] 건 설



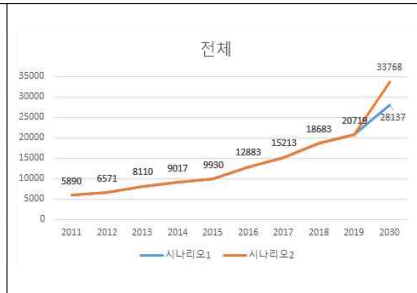
[그림 4-25] 발 전



[그림 4-26] 기타서비스



[그림 4-27] 전 체



주 : 그래프의 마지막 수치는 2030년 전망치이며 파란선(아래쪽 선)은 시나리오1(기준안), 주황색 선(위쪽선)은 시나리오2(비교안)에 따른 결과임.

### 3. 풍력발전 설비 확대의 고용영향

〈표 4-16〉 풍력 설비 확대의 고용 영향

	Coef.	Std. Err.	t-value	고용영향
$E_t$	0.158	0.038	4.16	0.158
$E_t$ X 소재 제조	-0.209	0.016	-13.2	-0.051
$E_t$ X 부품 제조	-0.200	0.015	-13.24	-0.042
$E_t$ X 수입 유통	-0.054	0.010	-5.34	0.104
$E_t$ X 건설	-0.016	0.007	-2.23	0.142
$E_t$ X 발전	-0.053	0.021	-2.55	0.105
$E_t$ X 기타서비스업	-0.083	0.018	-4.77	0.075

주 : coef.는 표에 제시된 변수에 해당하는 계수 추정치를 나타내고, 표준오차와 t-value는 이 계수 추정치에 해당하는 표준오차와 t-value임. 마지막 열은 설비용량 증가에 따른 밸류체인별 고용영향의 정도를 나타냄. 연도, 지역, 밸류체인 고정효과 포함. 설비용량 단위는 MW.

□ 모형 추정 계수

- 풍력발전 설비 증가에 따른 밸류체인별 고용영향 분석 결과는 <표 4-16>에 제시. 건설업을 제외하고 95% 신뢰수준에서 유의한 결과를 보이지만 태양광 발전에 관한 추정 결과보다 표준오차가 크게 나타남.
- 풍력발전 설비 1MW 증가 시 연구개발업 고용은 0.158명 증가하여 태양광 발전보다 큰 값을 보임.
  - 제조업 분야는 오히려 고용이 감소하는 것으로 나타남. 풍력발전 설비 1MW 증가 시 소재 제조업은 0.051명, 장비부품 제조업은 0.042명 감소
  - 수입유통, 건설, 발전업 고용 증가분은 0.104명, 0.142명, 0.105명으로 비슷한 수준을 보이고, 태양광 발전 설비 확대의 결과와 비교할 때 수입·유통업의 고용 증가분이 특히 크게 나타남.
- 기존의 고용 현황을 살펴보면 보급용량은 지속적으로 증가하지만 고용인원은 증감을 반복하는 모습을 보임. 풍력발전 설비 확대와 고용 규모 사이에 관계성이 뚜렷하지 않음. 이는 실증분석 결과에서도 표준오차가 크게 나타나는 것으로 반영

[그림 4-28] 풍력발전 보급용량 및 고용인원 변화



주: 총고용인원 단위는 명이며 보급용량 단위는 MW. 고용인원은 왼쪽 축, 보급용량은 오른쪽 축.

□ 제조업 고용 감소

- 국내 풍력발전 설비는 낮은 국산화율을 보임. 설계, 제작, 시공, 운영 등 모든 공정이 국내에서 이루어졌다고 하더라도 사실 거의 모든 중요 부품은 수입에 의존함.
- 따라서 풍력발전 설비의 확대에도 관련 제조업 고용의 증가가 두드러지지 않고, 오히려 수입·유통 관련 고용은 그 증가세가 더 크게 나타남.

□ 시나리오에 따른 고용영향 및 전망의 한계

- 2019년 풍력발전 보급용량은 1.5GW이고, 시나리오1(기준안)에 따른 2030년 보급전망은 17.7GW, 시나리오2(비교안)에 따른 보급전망은 26.9GW임.
  - 시나리오1(기준안)에 따르더라도 설비용량이 10배 이상 증가해야 함.
- 현재까지 건설된 해상풍력 발전소의 개수가 적어 해상풍력과 육상풍력을 나누어 고용영향을 추정할 수 없었음. 앞 장에서 언급한 대로 해상풍력 확대에 더 큰 고용효과가 예상되지만 본 분석에서는 이를 구분하지 않았고, 기존에 건설된 발전소 현황을 바탕으로 육상풍력 확대의 영향이 추정 결과에 더 크게 반영되었음.
- 시나리오에 따른 풍력발전 설비의 과도한 확대와 불완전한 산업구조로 인한 실증분석 결과의 신뢰성 문제가 있어 아래 시나리오에 따른 고용 증가에는 한계가 존재함을 분명히 함.
  - 시나리오1(기준안)에 따르면 2019년 대비 2030년 풍력발전 설비가 16.2GW 증가. 이에 대한 풍력발전 관련 산업 고용은 2019년 대비 7,945명 증가하여 9,555명 전망
  - 시나리오2(비교안)에 따르면 2019년 대비 2030년 풍력발전 설비가 25.4GW 증가. 이에 대한 풍력발전 관련 산업 고용은 2019년 대비 12,461명 증가하여 14,071명 전망

## 재생에너지 확대와 고용영향 - 질적분석

### 제1절 들어가며

#### □ 개요

- 본 장에서는 재생에너지 확대에 따른 고용영향을 질적 연구방법을 통해 살펴보고자 함.
- 재생에너지 확대에 따른 고용영향은 크게 두 가지 측면에서 검토할 수 있음.
  - 첫째, 재생에너지산업 내 발전원별 고용 규모임. 이는 사업 선정에서부터 운영에 이르기까지 단계별로, 즉 발굴단계(사업선정) - 개발단계(사업개발) - 시행단계(사업준비) - 건설단계(건설) - 운영단계(운영) 등으로 나뉘어 살펴볼 수 있음. 업무 내용별로 보면, 건설, 설치, 장비제조, 운영 및 유지보수 등으로 구분하여 살펴볼 수 있음.
  - 둘째, 이러한 재생에너지산업 일자리의 특성을 반영한 직무(직종)별 고용의 질을 살펴볼 수 있음. 임금, 노동시간, 고용안정성, 복리후생, 노동안전 등의 측면을 검토할 필요가 있음.

## □ 연구 방법

### ○ 문헌조사

- 석탄화력발전소 폐쇄에 따른 고용영향 분석은 남태섭(2021), 박태주·이정희(2022), 이태성(2021) 등을 참고할 수 있음.
- 재생에너지 확대에 따른 고용영향 분석은 한국 문헌에서는 찾기 어렵고 국제비교 연구 자료 등을 참고할 수 있음.
- 추가 문헌 검토를 통해 기존 연구에서 확인된 고용영향을 양적 측면, 질적 측면으로 나눠 살펴보았음.

### ○ 면접조사

- 면접조사는 풍력 발전과 태양광 발전 등 현재 재생에너지 사업을 운영 중인 발전소 관계자들과 단계적 폐쇄가 진행 중인 석탄화력발전소 관계자를 대상으로 진행하였음.
- 해상풍력발전소 A사, 육상풍력발전소 B사, 태양광발전소 C사 관계자
- 석탄화력발전소 노·사 이해당사자: 발전 5사 노·사 및 공공노련 관계자
- 발전산업 전문가

## □ 연구내용

- 재생에너지산업의 고용효과 분석
- 재생에너지산업 일자리 질 분석
- 재생에너지산업 일자리 규모 및 질 향상 위한 정책 과제

## 제2절 재생에너지 산업의 고용효과 개요

### 1. 재생에너지 산업 고용

- 발전산업의 필요인력은 발굴단계(사업선정) - 개발단계(사업개발) - 시

행단계(사업준비) - 건설단계(건설) - 운영단계(운영)로 나눠 살펴볼 수 있음.

- 사업선정과 사업개발, 사업준비, 건설단계에 투입되는 인력은 '단기적'이고, 운영단계에 필요한 인력은 설비용량에 비례하여 증가하지 않는 점을 유의해서 살펴볼 필요가 있음.
- 아래에서는 발전원별, 설비용량별 필요 인력 규모를 살펴보고자 함.

#### □ 재생에너지 산업의 고용효과

##### ○ 풍력의 경우: 육상풍력과 해상풍력

- 산업통상자원부의 풍력 표준 직제(2018)에 따르면, 설비용량 50MW 기준으로 육상풍력과 해상풍력을 비교하면, 사업선정과 사업개발, 사업준비 단계까지 필요인력은 같지만 해상풍력의 경우 각 단계에 더 많은 시간이 소요됨. 사업선정의 경우 2배에 이름. 건설단계에서는 해상풍력이 육상풍력과 비교할 때 기간도 2배에 육박할 정도로 길고, 필요인력 역시 2배 수준임. 운영 단계에서는 표준직제상 인력규모가 육상풍력의 경우 8명인 반면 해상풍력은 18명으로 2배 이상을 차지함.

〈표 5-1〉 풍력발전 표준 직제

단계(공정) 구분		발굴단계 (사업선정)	개발단계 (사업개발)	시행단계 (사업준비)	건설단계 (건설)	운영단계 (운영)
육상 50MW	기간(60개월)	12개월	18개월	12개월	18개월	-
	조직(인원)	3명	3명	7명	1팀 3파트 (8명)	1팀 2파트 (8명)
해상 50MW	기간(90개월)	24개월	24개월	12개월	30개월	-
	조직(인원)	3명	3명	7명	1팀 4파트 (15명)	1팀 3파트 (18명)
해상 100MW	기간(108개월)	24개월	30개월	12개월	42개월	-
	조직(인원)	3명	3명	7명	1팀 4파트 (17명)	1팀 3파트 (21명)

자료 : 산업통상자원부 풍력발전 표준직제(2018).

- 해상풍력을 기준으로 발전용량별로 비교하면, 사업선정, 사업개발, 사업준비 단계에서는 용량별 필요 인력의 차이가 없음. 다만 사업개발 단계에서 용량이 큰 경우 더 많은 기간을 소요한다는 점에서 차이가 있음. 건설과 운영단계를 보면, 50MW와 100MW 간에 필요 인력이 비례적으로 증가하지 않는다는 것을 확인할 수 있음. 50MW의 경우 건설단계 30개월 동안 15명이 필요한 반면, 100MW의 경우 42개월 동안 17명이 필요함. 운영단계에서도 필요인력이 각각 18명과 21명으로 비례관계가 아님.

〈표 5-2〉 ○○발전 풍력단지

구분	용량 (MW)	수량 (기)	인원 (명)	발전기 기종	비고
태백풍력	18	9	5	2MW	2012.5. 준공 508억
창죽풍력	16	8	5	2MW	2012.12. 준공 422억
평창풍력	30	15	4	2MW	2016.3. 준공 755억
태백풍력	19.8	12	2	1.65MW	개발중 475억
정암풍력	32.2	14	3	2.3MW	2016.12. 착공 990억
대정해상풍력	100	-	-	-	개발중 1본부 3팀 5,200억

자료 : 산업통상자원부 풍력발전 표준직제(2018).

#### ○ 태양광의 경우

- 산업통상자원부의 태양광 발전 표준직제에 따르면, 10MW 기준으로, 사업선정 단계에서 6개월간 3명, 사업개발 단계에서는 18개월간 3명, 사업준비 단계에서는 16개월간 6명, 건설단계에서는 10개월에 6명이 소요됨. 건설이 끝난 뒤 운영 단계에서는 매년 4명이 소요됨.

〈표 5-3〉 태양광 발전 표준직제 (10MW급)

구분	발굴단계	개발단계	시행단계	건설단계	운영단계
기간(50개월)	6개월	18개월	16개월	10개월	-
공정	사업 선정	사업 개발	사업 준비	건설	운영
조직(인원)	3명	3명	1팀2파트(6명)	1팀2파트(6명)	1파트(4명)

자료 : 산업통상자원부 태양광 발전 표준직제(2018).

- 태양광 발전의 경우에서도 설비 규모에 비례적으로 인력 수요가 증가하지 않음.
- 건설단계에서는 10MW에 6명이 필요한데 설비 규모가 5배로 증가한 50MW인 경우 소요인력은 2.7배 가량 증가한 16명임.
- 운영단계에서도 상황은 유사함. 10MW 운영에 4명이 필요한데 설비 규모가 5배로 증가한 50MW인 경우 운영 소요인력은 2.7배 가량 증가한 11명임.

〈표 5-4〉 설비 규모에 따른 인력 보정

(단위: 명)

구분	10MW	20MW	30MW	40MW	50MW
건설	6	9	12	14	16
운영	4	6	8	9	11

주: 용량 증가 비율의 0.6승배 적용.

- 동일 용량을 기준으로 할 때 에너지원별 필요 인력 규모의 차이를 고려할 필요가 있음.
  - 0.92GW 규모의 분당LNG발전소 1~8호기에는 총 235명(협력업체 포함)이 일하고 있음. 이와 비슷한 규모(0.9GW)의 석탄발전소인 호남·동해 1~2호기에는 714명이 일하고 있음. 거의 동일한 발전용량임에도 LNG발전이 석탄발전에 비해 인력이 479명 적다는 것을 알 수 있음(박태주·이정희, 2022).
- 산업통상자원부의 발전소 건설 표준직제에 따르면, 석탄화력발전소(500MW \* 2기)의 인력은 160명인데 반해 LNG 복합발전소(900MW)의 인원은 120명에 불과함.

〈표 5-5〉 발전소 건설 표준직제

구분	조직	인원			비고
		기술	사무	합계	
석탄화력 (500MW * 2기)	1처 7부 28파트	143	17	160	발전소 건설 표준직제 (2003.4 산업부)
LNG 복합(900MW)	1처 6부 22파트	107	13	120	

자료: 산업통상자원부 발전소 건설 표준직제(2018).

- 이철용(2021)에 따르면, 2000년대 이후 신재생에너지 산업 성장과 함께 이 산업의 경제적 효과에 관한 연구가 크게 증가하였는데, 다수의 연구는 산업연관분석(Input-output analysis)을 통해 특정 산업부문의 변화에 대한 국가 경제 전체의 효과를 분석하였음. 이 가운데 재생에너지 투자로 인한 고용유발효과를 집중적으로 연구한 자료도 있음.
  - Kamidelivand et al.(2018)은 온실가스 1% 감소마다 순 일자리 26.2개와 순 부가가치 510만 유로가 증가한다고 분석하였음.
  - Garrett-Peltier(2017)는 같은 100만 달러를 지출하였다고 가정할 때 화석연료에서는 평균 2.65명의 고용이 창출되는 반면, 재생에너지 분야에서는 7.49명의 고용이 창출된다고 분석하였음. 화석연료에서 재생에너지로 100만 달러를 전환할 때마다 5개의 일자리가 순증가한다고 분석하였음.
- 발전산업의 고용효과를 연료별, 발전산업 추진 단계별로 나눠 살펴본 연구(Rutovitz et al., 2015)도 있음.
  - 이 자료에 따르면 건설 및 설치의 경우 MW당 연인원이 석탄(11.2)보다 수력\_소형(15.8), 바이오매스(14.0), 태양광(13.0), 원자력(11.8)에서 더 많은 것으로 조사되었음. 반면 풍력\_해상은 3.2, 풍력\_육상은 8.0으로 석탄보다 MW당 연인원이 적게 나타났음.

〈표 5-6〉 연료별 발전의 고용효과(2015년 글로벌 분석을 통한 OECD 고용효과)

	건설기간	건설 및 설치 (MW당 연인원)	장비제조 (MW당 연인원)	운영 및 유지보수 (MW당 인원)
석탄	5	11.2	5.4	0.14
가스	2	1.3	0.93	0.14
원자력	10	11.8	1.3	0.6
바이오매스	2	14.0	2.9	1.5
수력_대형	2	7.4	3.5	0.2
수력_소형	2	15.8	10.9	4.9
풍력_해상	2	3.2	4.7	0.3
풍력_육상	4	8.0	15.6	0.2
태양광	1	13.0	6.7	0.7

자료 : Rutovitz, et al.(2015.5).

- 장비제조업의 경우, 석탄은 MW당 연인원이 5.4인데, 풍력\_육상(15.6)과 수력\_소형(10.9), 태양광(6.7)이 석탄보다 연인원이 더 많았음.
  - 운영 및 유지보수의 경우 MW당 필요 인원이 석탄은 0.14인 반면, 수력\_소형(4.9), 바이오매스(1.5), 태양광(0.7), 원자력(0.6), 풍력\_해상(0.3), 풍력\_육상(0.2) 등에서 석탄보다 더 많은 인원이 필요한 것으로 조사되었음.
  - 발전원별 건설 기간에 차이가 있고, 대부분 단기에 끝나기 때문에 운영 및 유지보수 중심으로 비교하면 재생에너지 사업에서 기존의 석탄 화력발전보다 필요인력이 더 많다는 결론을 내릴 수 있음.
- 하지만 재생에너지 발전에 따른 고용효과에 관해서는 합의된 결론이 있다고 말하긴 어려움.
- Rutovitz, et al.(2015)에서 활용한 각국 자료가 2012~2013년 기준으로 생산되었다는 점을 감안하면, 2022년 현 시점에서 기술발전의 효과 등을 감안할 때 운영 및 유지보수에 필요한 인력 규모는 점차 축소될 수 있음.
  - Ortega et al.(2015)는 재생에너지산업의 기술이 발전함에 따라 GW당 고용유발효과가 감소 추세에 있다고 분석하였음.
  - 본 연구에서 면접조사한 해상풍력, 육상풍력, 태양광 발전 사례에서는 운영 및 유지보수에 필요한 인력은 석탄화력발전과 비교할 때 확실하게 적은 것으로 나타남.

#### □ 비교 기준 : 정격용량 vs. 실효용량

- 에너지원별 필요인력 비교분석시 유의해야 할 것은 그 기준에 관한 것임. 재생에너지 부문의 인력을 화석연료발전소의 인력과 비교하려면 동일한 발전설비가 아닌 동일한 발전량을 기준으로 비교하여야 함(박태주·이정희, 2022).
- 신재생에너지 설비의 발전효율(‘피크기여도’)은 15% 정도에 불과함. 즉 최대전력수요가 발생하는 시점에 발전기가 자체 정격용량(최대발전능력)의 15%를 낼 수 있다는 의미임. 석탄이나 가스발전소의 피크

기여도는 거의 100%임. 석탄화력발전소와 동일한 발전량을 내기 위해서는 석탄화력발전소의 최소 6배에 이르는 설비를 확보하여야 한다는 의미임. 이는 송배전망 구축 및 계통연계 강화가 이뤄져 출력제한이 없는 것을 전제로 함.

- 제9차 전력수급계획에서는 신재생의 정격용량을 77.8GW로 설정하고 실효용량을 10.8GW로 계획하고 있음. 피크기여도를 14%로 잡은 셈임. 타연료의 피크기여도는 100%이거나 그에 육박함.

## 2. 면접조사에서 확인한 재생에너지 산업 고용

### □ 해상풍력 A사

#### ○ 개요

- 제주시 한경면 두모리·금등리 공유수면
- 81,062㎡(약 2만 5,000평)

#### ○ 발전용량

- 설비용량 30MW(3MW \* 10기)

#### ○ 소요 인력

- (운영 및 유지보수) 해상풍력 운영 및 유지보수 업무 중심. 제조사인 두산중공업 파견인력 5명, SPC 5명, 유지보수를 위한 협력사 5명 등 총 15명이 근무 중임.

### □ 육상풍력 B사

#### ○ 개요

- 제주시 애월읍 어음리 일원
- 운영기간: 준공 후 20년간
- 추진경위: 풍력발전지구 지정고시(2013.3), 전기사업 허가 및 개발사업 승인(2015.3), 사업권 이전 협약 체결(제주에코에너지, 한화건설 ↔ 한국남동발전, 2018.11), 기본설계(안) 이사회 의결(2020.6), 기본설계

확정(2021.4), 착공(2022.2), 준공 예정(2023.5)

- 계약사별 분담 분야: 유니슨(기자재 환경 전기), 신진토건(토목), 제일씨엔디(송변전 전기공사 51%), 한국에너지조합기술(송변전 전기공사 49%)

○ 발전용량

- 설비용량 21MW(4.2MW \* 5기)

○ 단계별 소요 인력

- (건설단계) 육상풍력 B사는 현재 가동을 하고 있는 것이 아님. 육상풍력 B사 건설사업의 착공식은 2022년 5월 개최되었고, 공사는 9월부터 진행되었으며 2023년 2월 완공 목표로 건설이 진행 중임. 완공 후 3개월 가량 시운전 후 발전을 시작하게 됨. 면접조사에 따르면, 사업설계 당시 건설기간은 21개월로 계획되었는데, 총 17개월 가량 걸릴 것으로 보고 있음. 이때 건설은 주설비 설치조건부 구매계약에서부터 기산하기 때문에 실제 건설공사 기간은 이보다 짧음. 면접조사에서는 이 건설공사에 최대 200명이 투입될 것이라고 추정하였음. 현재 육상풍력 B사 건설사업소에는 한국남동발전 인력 8명이 상주하면서 완공까지의 업무를 담당하고 있음.
- (운영 및 유지보수) 풍력발전은 장기유지보수계약(LTSA·Long Term Service Agreement)에 의해 운영됨. 해당 장비를 공급하는 유니슨의 투입인력이 연간 최대 4명(계약기간 20년)이고, 국내 SPC 인력은 안전관리자 1명과 안전보조자 2~3명임. 즉 21MW 육상풍력 운영에 총 7명이 투입될 예정임.

□ 태양광 C사

○ 개요

- 전북 군산시 남서쪽 하단 위치
- 참여기업: 한국남동발전, 새만금개발공사, 현대엔지니어링, 전주MBC 등 11개사 참여하는 특수목적법인(SPC)
- 2020년 12월 착공, 2021년 12월 준공

- 사업기간 2019~2040년(인허가 3년, 운영 20년)

- 1.15km<sup>2</sup>(35만평), 태양광 모듈 약 22만장 설치

○ 발전용량

- 99MW 규모 육상태양광 발전(\* 2구역(군산육상태양광(주)), 3구역(주)새만금새빛발전소)과 합할 경우 총 300MW 규모)

- 연간 발전량 412GWh(일평균 3.8시간 기준)

○ 소요 인력

- (운영 및 유지보수) 현재 태양광 C사에는 직접 채용한 임직원 6명(사장 1명, 고문 1명, 직원 4명)에 관리 운영을 위탁받은 한국남동발전 직원 3명(차장 1명, 직원 2명)이 근무하고 있음. 경상정비 업무를 담당하는 남동발전의 협력사 직원 5명이 있음.

- (기타) 한편 태양광 구조물(패널)은 사양에 따라 각도 조절기능에 차이가 있는데, 태양광 C사의 경우 수동으로 각도 조절을 할 수 있는 구조물(고정가변형 태양광 어레이)임. 계절이 바뀔 때 더 많은 태양광을 수용하기 위해 일시적으로 구조물의 각도를 조절하는데, 이때 일시적으로 단기 계약직을 활용함.

□ 재생에너지산업 고용 규모의 특성

○ 면접조사에서는 같은 용량의 발전을 한다고 가정할 경우 재생에너지사업의 운영 및 유지보수 단계에서의 직접고용 효과는 다른 발전원과 비교할 때 크다고 보기 어렵다는 점이 확인되었음.

- 저장에너지인 화석연료를 지속적으로 투입하여 발전을 하는 석탄화력 발전과 달리 재생에너지는 유동에너지인 태양과 바람에 기반하기 때문에 구조물 설치가 완료되면 운영 및 유지보수 인력을 통한 운영시스템 가동이 주된 업무이기 때문임.

“신재생은 사람을 별로 안 필요로 한다. 리모트 스타트업도 가능하다. 핸드폰에 앱 깔면 굳이 사무실에 있지 않아도 작동이 가능하다”(인터뷰).

이러한 운영방식에 따라 재생에너지사업에서는 발전용량이 증가하는 만큼

비례적으로 고용규모가 늘어나지 않는다는 특징이 있음.

“운영관리를 시스템으로 수행할 수 있기 때문에 구조물이 늘어난다고 바로 곱하기 해서 인력이 늘어난다고 볼 수 없다. (경상)정비인력은 더 필요하다고 할 수 있겠지만 운영관리인력은 반드시 그렇지 않다”(인터뷰).

### 제3절 재생에너지산업 일자리 질 분석

- 재생에너지산업 일자리 질은 풍력과 태양광 발전을 중심으로, 또한 운영 및 유지보수 인력을 중심으로 살펴보고자 함. 아래 내용은 본 연구에서 수행한 면접조사 결과에 기반하고 있음.

#### □ 고용안정성

- 재생에너지산업의 특성상 대부분 민간부문으로 분류되는 특수목적법인(SPC)이 운영함. 공공부문과 같은 수준의 고용안정성이 있다고 보기는 어렵지만 재생에너지 사업 주체들이 해당 사업권을 유지하는 기간은 대부분 장기(약 20년)이기 때문에 특별한 사유가 발생하지 않는 한 고용을 유지할 수 있을 것으로 보고 있음.
  - 다만, SPC의 협력업체(하청) 소속으로 일하는 경우이거나 기간의 정함이 있는 근로계약을 체결한 경우는 SPC의 노동자들과 견줘 고용안정성은 상대적으로 낮다고 볼 수 있음.

#### □ 임금

- 육상풍력발전사업 B사의 경우
  - 연간 1인당 노무비(실 지급되는 임금에 각종 복리후생비, 피복비, 기타 경비 등을 포함한 금액)는 평균 66,300천원으로 추정됨.
  - 계산 방법은 다음과 같음. LTSA 계약상 총 금액은 13,260,000천원(20

년 기준)인데, 이를 1년 평균으로 하면 663,000천원임. 평균 건설공사 금액 중 40%가 노무비로 지급된다고 추정하면 연간 노무비 추정액 총액은 265,200천원임. 투입인원 최대 4명 기준으로 1인당 연간 노무비를 계산하면 평균 66,300천원이 됨.

○ 태양광발전사업을 하는 C사의 경우

- 대졸/신입사원 3년차 기준 연봉은 40백~43백만원(성과급 포함) 수준임. 시간외근무수당과 복리후생비(중식비, 체력단련비, 건강검진 등 기본 직원 복지항목은 현물 지원(1인당 연 323만원, 자녀학자금 및 경조사비 지원 별도 현금 지원))는 별도 지급됨.
- 경력직(기술사 혹은 전기기사 자격증 소지자로서 실무경력 2년 이상자) 1년차 기준 연봉은 50~53백만원 수준(성과급 포함). 시간외근무수당과 복리후생비(위의 대졸/신입사원과 같은 수준)는 별도 지급됨.
- 매년 2% 가량의 임금 인상이 이뤄짐. 주요 주주사가 공기업인 관계로 공기업 인상률을 준용하고 있음.

○ 발전공기업 정규직과 비교하면

- 알리오 경영공시 자료(2022년 1/4분기 기준)에 따르면, 한국남동발전의 경우, 2021년 결산자료상 정규직(일반 정규직) 1인당 평균 보수액은 89,184천원(기본급, 고정수당, 실적수당, 급여성 복리후생비, 성과상여금, 경영평가 성과급 등 포함)임. 평균 근속연수 160개월(약 13.3년)임. 반면, 2021년 말 기준 일반 정규직으로 전환한 정규직(무기계약직) 임금을 2020년 결산 기준으로 보면, 1인당 평균 보수액은 45,371천원이고 평균 근속연수는 49개월(약 4.1년)임.
- 근속연수 및 보유기술 수준의 차이 등을 감안할 때 단순 비교는 어렵지만 재생에너지사업을 하는 기업의 임금은 발전공기업 일반 정규직보다 상대적으로 낮다는 것을 확인할 수 있음.

□ 그 외 노동조건 및 고용구조

- 노동시간 길이 및 편성, 노동강도, 휴가 등의 노동조건은 다른 발전원의 노동조건과 비교할 때 큰 차이점을 확인하기 어려웠음.

- 다만, 풍력과 태양광 사업을 하는 지역이 도심에서 멀리 떨어진 곳이어서 출퇴근의 어려움이 있고, 숙소 지원도 원활하지 않다는 점은 개선 사항으로 지적됨.
  - 이와 함께 재생에너지 사업이 해당 지역주민들과의 협업을 통한 ‘참여형 사업’으로 추진되고 있다는 점에서 주민 고충 접수 및 민원 해결 등을 위한 추가 업무 부담이 있다는 점이 특징적임.
- 재생에너지 사업의 경우에도 고용구조가 중층적이고, 가치사슬의 하단부로 갈수록 고용 안정성 및 임금·노동조건이 상대적으로 낮다는 점을 지적할 수 있음.
- 본 연구 면접조사를 수행한 모든 기업에는 해당 사업 수행을 위해 발주기업 소속 노동자(파견근무), SPC가 직접 채용한 노동자, 유지보수 업무를 담당하는 SPC의 협력업체 노동자가 함께 작업을 하고 있음.



# 요약 및 정책제언

## 제1절 결과 요약

### 1. 연구 내용

○ 본 연구에서는 재생에너지 공급정책에 강조된 주요 재생에너지원인 태양광과 풍력 발전 확대에 따른 고용영향을 분석함.

#### □ 양적분석

○ 산업연관분석을 이용하여 태양광 및 풍력 발전 확대에 의한 2030년 고용규모를 전망

○ 전국사업체조사 자료를 이용하여 밸류체인별 태양광 및 풍력 발전 관련 산업의 규모를 파악하고 각 에너지원의 확대에 따른 고용영향을 밸류체인별로 분석함.

#### □ 질적분석

○ 데이터로 파악할 수 없는 필요인력, 주요 발전소의 실제 고용영향, 고용

안정성, 임금 등의 정보를 문헌조사와 면접조사를 통해 분석

## 2. 양적분석 결과 요약

### □ 산업의 규모

- 한국에너지공단의 산업통계에 따르면 태양광 및 풍력 발전 관련 제조업 기업체 수와 고용인원은 2019년까지 감소 추세를 보임.
  - 태양광 발전 관련 제조업 고용인원 7,538명
  - 풍력 발전 관련 제조업 고용인원 1,524명
- 산업밸류체인 분류를 통한 태양광 및 풍력 발전 관련 기업체 수 및 고용인원은 2019년까지 증가 추세. 제조업으로 한정하더라도 증가 추세를 보임.
- 산업밸류체인 분류를 통해 추정한 태양광 발전 산업 고용 규모
  - 2016년 이후 연구개발, 토지개발 및 부동산업 기업체 수의 증가가 두드러짐.
  - 태양광 발전 산업(연구개발, 제조, 건설, 발전, 기타 서비스)의 고용인원은 2011년부터 2019년까지 증가 추세를 보임.
  - 2019년 기준 연구개발 1,687명, 소재제조업 738명, 부품제조업 4,193명, 수입유통업 1,214명, 건설업 8,507명, 발전업 3,771명, 기타 서비스업 609명으로 총 20,719명
  - 이는 국제재생에너지기구(IRENA)와 국제노동기구(ILO)에서 발간한 “Renewable Energy and Jobs-Annual Review 2021” 보고서에서 제시하는 한국의 2019년 태양광에너지 관련 직접고용 인원인 19,300명과 비슷한 수준임(제조업 약 7,600명, 발전업 3,400명, 건설업 8,300명).
- 산업밸류체인 분류를 통해 추정한 풍력 발전 산업 고용 규모
  - 수입유통업, 건설업, 유지수리 서비스업 기업체 수의 증가가 두드러짐. 제조업 기업체 수 변화가 크지 않음.
  - 태양광 발전에 비해 풍력은 저조한 보급으로 산업 생태계가 성숙하지 못함. 풍력 프로젝트가 원활하게 이루어지지 않아 성장에 한계를 보

이고 분석 기간 동안 기업체 수 및 고용인원 변화가 매우 작음.

- 2011년 총 고용인원은 1,733명, 2019년은 1,610명
- 2019년 기준 연구개발 246명, 소재제조 223명, 부품제조 361명, 수입유통 166명, 건설업 228명, 발전업 269명, 기타서비스업 117명으로 총 1,610명

#### □ 기업체 평균 수명

##### ○ 태양광 발전 관련 기업체 평균 수명

- 태양광 발전 관련 제조업의 기업 평균 수명이 비교적 긴 것으로 나타나고, 태양광 발전 관련 기타서비스업의 기업 평균 수명이 비교적 짧은 것으로 나타남.
- 2012년부터 2018년까지가 마지막 관측 연도인 기업의 절반가량(49%)은 기업 수명이 2년 이하

##### ○ 풍력 발전 관련 기업체 평균 수명

- 태양광보다 기업체 평균 수명이 긴 것으로 나타남. 2012년부터 2018년까지가 마지막 관측 연도인 기업의 37%는 기업 수명이 2년 이하

### 3. 고용영향 분석 결과

#### □ 태양광 발전 확대에 의한 고용 전망(산업연관분석)

- 2019년 발전량을 토대로 계산 태양광 발전 관련 고용은 13,235명으로 추정
- 기준 시나리오(시나리오1)에 따른 2030년 발전량을 기초로 계산한 태양광 발전 관련 고용 규모는 21,351명 증가한 34,586명 전망
- 비교시나리오(시나리오2)에 따른 2030년 발전량을 기초로 계산한 태양광 발전 관련 고용규모는 39,470명 증가한 52,705명 전망

□ 태양광 발전 확대에 의한 고용 전망(밸류체인)

- 설비용량 증가에 따른 고용효과는 건설, 발전, 연구개발, 수입·유통, 기타 서비스업, 소재제조, 부품제조의 순으로 크게 나타남.
- 기준 시나리오(시나리오1)에 따른 설비용량 증가분에 대한 2030년 고용은 2019년 대비 7,418명 증가하여 28,137명 전망
- 비교시나리오(시나리오2)에 따른 2030년 고용은 2019년 대비 13,049명 증가하여 33,768명 전망

□ 풍력 발전 확대에 의한 고용 전망(산업연관분석)

- 2019년 발전량을 토대로 계산 풍력 발전 관련 고용은 3,211명으로 추정
- 기준 시나리오(시나리오1)에 따른 2030년 발전량을 기초로 계산한 풍력 발전 관련 고용규모는 66,833명 증가한 70,044명 전망
- 비교시나리오(시나리오2)에 따른 2030년 발전량을 기초로 계산한 풍력 발전 관련 고용규모는 103,510명 증가한 106,721명 전망

□ 풍력 발전 확대에 의한 고용 전망(밸류체인)

- 설비용량 증가에 따른 고용효과는 연구개발, 건설, 발전, 수입유통, 기타 서비스, 제조업 순으로 크게 나타남.
- 기준 시나리오(시나리오1)에 따른 설비용량 증가분에 대한 2030년 고용은 2019년 대비 7,945명 증가하여 9,555명 전망
- 비교시나리오(시나리오2)에 따른 2030년 고용은 2019년 대비 12,461명 증가하여 14,071명 전망
- 시나리오에 따른 풍력발전 설비의 과도한 확대와 작은 산업 규모로 인한 실증분석 결과의 신뢰성 문제가 있어 전망치 해석에 주의가 필요함.

〈표 6-1〉 분석 방법에 따른 재생에너지 확대의 고용영향 차이

		2019규모추정	2030년 기준안	2030년 비교안
태양광	밸류체인분석	20,719	28,137 (△7,418)	33,768 (△13,049)
	산업연관분석	13,235	34,586 (△21,351)	52,705 (△39,470)
풍력	밸류체인분석	1,610	9,555 (△7,945)	14,071 (△12,461)
	산업연관분석	3,211	70,044 (△66,833)	106,721 (△103,510)

주: 괄호안 숫자는 2019년 대비 증가분을 나타냄.

#### □ 고용영향 전망의 한계

- 고용영향은 2030년의 설비 전망(밸류체인 분석의 경우)과 발전량 전망(산업연관분석의 경우)에 크게 의존함.
  - 시나리오 개선 및 보완에 따라 결과값이 달라질 수 있음.
  - 특히 풍력발전의 경우 시나리오에 따른 풍력 발전설비의 과도한 확대와 작은 산업 규모로 인한 실증 분석 결과의 신뢰성 문제가 있어 전망치 해석에 주의가 필요함.
- 산업연관분석에서 2030년 풍력 발전 확대에 의한 고용 전망은 해상풍력을 기준으로 하였고, 밸류체인 분석에서의 결과는 육상풍력의 영향을 주로 반영하고 있음.

## 4. 질적분석 결과 요약

- 제5장에서는 풍력(육상 및 해상)과 태양광 발전사업을 중심으로 재생에너지산업의 고용영향을 질적 분석방법을 통해 살펴보았음. 주요 연구내용을 아래와 같이 정리할 수 있음.
- 첫째, 재생에너지산업의 직접고용 효과는 동일 용량 기준으로 석탄화력 발전보다 높지 않음(건설, 운영 및 유지보수와 같은 직접 효과에 한정

- 됨). 최근 기술 발전에 따라 직접고용 효과는 더 낮아질 가능성이 있음.
- 둘째, 재생에너지 산업의 일자리 질은 발전공기업과 비교할 때 상대적으로 낮음. 재생에너지 산업이 주로 민간부문 중심으로 운영되고 있고, 핵심 제조 및 운영 부문을 제외한 유지보수 인력은 협력업체가 담당하는 중층적 구조를 갖추고 있기 때문에 임금·노동조건 등에서 격차가 발생하고 있음.

## 제2절 고용친화적 재생에너지 확대를 위한 정책제언

### 1. 단기적 고용 안정을 위한 고용의 지속성 확보

- 태양광 및 풍력 발전 설비 용량의 확대에 의한 고용효과는 건설업과 발전업에서 가장 크게 나타남.
  - 태양광 및 육상풍력 발전소의 실질 건설 기간은 1년이 채 되지 않음<sup>35)</sup>을 고려할 때 지속적 설비 용량 확대가 없다면 고용의 지속성이 낮음.
- 재생에너지 발전 용량 확대 속도에 맞는 계통연계 확충과 주민수용성 문제 해결을 위한 방안 마련 필요
  - 태양광과 풍력의 짧은 건설 기간에 비해 변전소 및 송전선로 건설에는 6년 정도의 비교적 긴 시간이 필요함. 재생에너지 확대 계획에 맞는 전력계통 완성을 위해 빠른 계획 수립이 필요하고, 다수의 발전단지가 공동으로 사용할 수 있는 인프라 구축 필요.
  - 제9차 전력수급기본 계획에서 재생에너지 확대에 대한 계통 수용능력을 높이는 방안이 제시되기도 하였지만 해상풍력과 같은 경우 전략이 부재함.

35) 예컨대, 육상풍력 발전소의 경우 설계부터 준공까지 약 1년 반 정도 소요되지만 대규모 인력이 투입되는 실제 건설기간은 6개월 남짓.

## 2. 장기적 고용 증대를 위한 시장안정화와 기술경쟁력 강화

○ 양적분석과 질적분석의 결과에서 공통적으로 지적되는 사항은 기존의 에너지 산업과 비교하여 재생에너지 발전 사업은 직접 고용효과가 낮은 사실임.

- 이는 낮은 국산화율과 후발주자로서 낮은 기술 경쟁력에 기인하는 것으로, 재생에너지 발전시설뿐만 아니라 그와 연계된 산업 기술의 발전이 향후 장기적 고용 증대를 위해서는 필수적임.

- 부품 및 기술력의 높은 해외 의존도로 인해 태양광 및 풍력 발전 설비 확대에도 불구하고 제조업 부문 고용 확대는 상대적으로 저조하고 수입 유통업의 고용확대는 상대적으로 빠름을 제4장에서 확인하였음. 이는 우리나라 재생에너지 산업 생태계 안정화에 장기적으로 부정적 영향

○ 에너지 전환으로 인한 지속적 고용 확대 효과를 누리기 위해서는 에너지원별 체계적인 시장로드맵 작성과 운영으로 국내 시장의 불확실성을 낮출 필요가 있음.

- 그린뉴딜, 탄소중립 등 태양광 및 풍력 발전 산업 시장에 긍정적인 정부 정책들이 발표됨에도 불구하고 풍력 발전 시장에서 기업들의 진입이 어려움.

- 특히 풍력 산업은 조선, 기계, 철강, 건설, 전기 등 전후방 산업 연계 효과가 크고 고용유발효과가 크지만 시장의 불확실성과 산업 특성(초기 투자비용이 높은 자본집약적 산업)으로 인해 안정적인 투자 수익을 기대할 수 없고, 세계시장에서 이미 후발주자로서의 부담이 있음.

- 해상 풍력 분야에 세워진 기존 계획들을 달성하는 과정에서 국내 기업들이 경쟁력을 확보하고 고용을 창출할 수 있도록 정부의 지원이 필요. 시장의 불확실성 완화, 정부의 지속적인 성과 관리, 정부 평가 필요

○ 기술개발을 위한 지원

- 태양광 및 풍력 발전 연구개발 인력의 고용 확대는 장기적 관점에서

긍정적으로 평가됨. 그럼에도 불구하고, 태양광 및 풍력 발전은 국산화율이 낮고 해외의존도가 높음.

- 풍력 발전을 위한 터빈은 대형화를 위한 기술개발이 활발히 진행 중이고 소수의 주요 해외 업체들이 터빈 대형화 기술을 선도함. 우리나라는 국내 기업들의 수익성 악화로 대형 터빈 개발에 제약이 존재함.
- 태양광 발전을 위한 폴리실리콘과 잉곳, 웨이퍼를 생산하는 산업은 고부가가치 산업이나 기술집약형 장치 산업으로 초기 투자비용이 높아 신규업체의 시장 진입이 어려움. 모듈 제조 및 시스템 설치의 노동집약적 조립 산업으로 진입장벽이 낮지만 고용 확대 효과는 작음. 우리나라 태양광 발전 산업은 고부가가치 산업의 해외의존도는 높고, 노동집약적 산업에서 국산화율을 확보하는 상황
- 주요 기술이 해외에 의존해야 하는 조건상 민간 주도의 기술 개발에는 한계가 있을 것이므로 세계 시장 수요를 반영한 차세대 태양광 개발, 대형 터빈 기술 및 전력저장장치 기술 혁신과 같은 기술 개발에 정부의 계획과 투자가 필요

### 3. 일자리 질과 산업 전환에 대한 정책제언

- 본 보고서의 질적 분석은 재생에너지산업의 일자리 규모와 일자리의 질에 관한 탐색적 연구임. 해상풍력, 육상풍력, 태양광 발전사업을 하는 기업 3곳을 상대로 한 면접조사를 실시했기 때문에 일반화의 어려움이 있다는 한계를 감안하더라도 분석 결과 아래와 같은 정책 시사점을 도출할 수 있음.
- 재생에너지산업 일자리의 질에 대해서는 충분한 검토가 미흡한 수준이므로 본 연구의 탐색적 분석에 이어 재생에너지산업 내 각 기업의 공공성 강화, 지배구조 민주화에서부터 적정인력 규모, 적정 임금 및 양질의 노동조건 보장을 위한 정책 내용을 검토할 필요가 있음.
- 재생에너지사업 일자리를 포함한 녹색 일자리(green jobs)의 규모와 질, 녹색기술(green skills) 습득과 개발을 위한 교육훈련 방안, 이를 통한

일자리 전환 가능성에 관한 연구가 더욱 진척될 필요가 있음.

- 기후위기 대응 측면에서 단계적인 석탄화력발전소의 폐쇄는 불가피하고, 정부가 2022년 8월 말 발표한 제10차 전력수급기본계획(초안)에서도 이 기조는 유지되고 있다는 점을 감안할 때 석탄화력발전소 폐쇄에 따른 일자리 감소는 불가피함. 에너지산업 전환은 여타 산업 구조조정과 비교할 때 ‘정책 주도성’이 두드러진다는 특징을 가지고 있는 만큼 정부가 전환 추진 과정에서 전환에 따른 고용과 지역 위기에 관한 충분한 사전 검토를 하고, 이 과정에 이해관계자의 참여를 보장하여 대응 계획을 수립할 필요가 있음.

- 이와 관련, 정부는 2022년 10월 26일, 탄소중립·녹색성장 비전과 추진전략을 발표하였음. 4대 전략 중 하나로 “모든 사회구성원의 공감과 협력을 통해 함께 하는 탄소중립”을 선정하고, 12대 과제 중 하나로 “9. 근로자 고용안정과 기업 혁신·성장을 위한 산업·일자리 전환 지원”을 제시하였음.<sup>36)</sup>

- 산업 전환 과정에서 불가피하게 발생할 인력 구조조정 문제에 대해서는 전환에 따라 요구되는 기술·숙련 형성을 지원하는 교육·훈련 프로그램 운영, 프로그램 이수 후 일자리 전환 가능성 제고, 전직 과정에서 충분한 생계 및 주거 지원 등의 정책 마련을 통해 대응할 필요가 있음.
- 마지막으로, 이러한 전환 과정에서 중요한 것은 전환의 방향과 속도에서 피해를 볼 수 있는 사람들에 대한 대책 논의를 하기 위해 관련 이해당사자들이 참여하는 거버넌스 구축임. 신산업 육성과 지역공동체 활성화를 위한 종합적이고 입체적인 대책 마련이 필요한 만큼 정부(중앙-광역 및 기초자치단체)와 모든 이해당사자(기업, 노동자, 시민사회단체, 전문가 등)가 참여하는 수평적·수직적 조정을 전제로 한 포괄적 정책 추진이 필요함.

36) 2050탄소중립녹색성장위원회 보도자료(2022.10.26). “윤 정부, 탄소중립·녹색성장 비전과 추진전략 발표”.

## 참고문헌

---

- 관계부처합동(2021), 「산업구조 변화에 대응한 공정한 노동전환 지원 방안」  
(비상경제 중앙대책본부 겸 한국판 뉴딜 관계장관 회의 의결).
- 김석우(2022), 「풍력발전기술 현황과 전망」, 에너지경제연구원 세미나 발표자료.
- 김철호(2017), 「REC 거래제도 이해」, 2017 전력산업입문반.
- 김형수·한재각(2021), 『석탄화력발전산업의 정의로운 전환 과제: 경남지역을 중심으로』, 한국노동연구원.
- 박태주·이정희(2022), 『정의로운 에너지 전환과 노동조합의 대응전략 - 석탄화력발전소 폐쇄를 중심으로』, 한국노총 중앙연구원.
- 산업통상자원부(2020), 「제9차 전력수급기본계획」(2020-2034).
- 이석호·조상민(2017), 『신재생에너지 RPS제도 개선을 위한 경매제도 도입 방안 연구』, 에너지경제연구원.
- 이정희 외(2021), 『기후위기와 일의 세계』, 한국노동연구원.
- 이철용(2021), 「에너지 전환에 따른 신재생에너지 산업의 경제적 파급효과 추정」, 『한국혁신학회지』 16(3), pp.247-274.
- 조상민(2021), 「RPS 제도의 성과와 한계, 개선방향」, 발표자료.
- 한재각·정은아(2020), 『탈석탄 예정지역의 이해관계자 분석과 사회적 대화 방안 모색 - 당진, 태안, 보령을 중심으로』, 에너지기후정책연구소.
- Fabian Wigand(2020), “Market-based support schemes for renewable energy and the role of regulators.”
- Garrett-Peltier, H.(2017), “Green versus brown: Comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels using an input-output model,” *Economic Modelling* 61, pp.439-447.
- GWEC(Global Wind Energy Council)(2021a), “GWEC: Wind can power 3.3 million new jobs worldwide over next five years,” 29 April.

IRENA and ILO(2021), “Renewable Energy and Jobs - Annual Review 2021,” International Renewable Energy Agency, International Labour Organization, Abu Dhabi, Geneva.

Kamidelivand, M., C. Cahill, M. Llop, F. Rogan and B. O'Gallachoir(2018), “A comparative analysis of substituting imported gas and coal for electricity with renewables - An input-output simulation,” Sustainable Energy Technologies and Assessments 30, pp.1-10.

Panlo del Rio, Marie-Christin Haufe, Fabian Wigan, Simone steinhilber(2015), “Overview of Design Elements for RES-E Auctions,” AURES.

Rutovitz, J., E. Dominish and J. Downes(2015), “Calculating Global Energy Sector Jobs: 2015 Methodology Update, Institute for Sustainable Futures.”

한국에너지공단, 2020년 신재생에너지 보급통계.

\_\_\_\_\_, 신재생에너지 산업통계.

산업통상자원부, 2020년 신재생에너지 보급통계.

신재생에너지센터, [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_rps/intro\\_rps.do?gubun=A](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_rps/intro_rps.do?gubun=A)(최종 접속일 : 2022.6.12).

## 부록

### 국내 재생에너지 보급 제도<sup>37)</sup>

#### □ 공급의무화(RPS) 제도

○ RPS 제도란 “일정규모(500MW) 이상의 발전사업자(공급의무자)에게 총 발전량의 일정 비율(공급의무량) 이상을 신재생에너지를 이용하여 공급토록 의무화한 제도”<sup>38)</sup>

- 공급의무자는 신재생에너지 발전설비를 제외하고 500MW 이상의 설비를 소유한 발전사업자를 말하여 24개 발전사가 있음.
- '22년 6월 현재 기준, 한국수력원자력, 남동발전, 중부발전, 서부발전, 남부발전, 동서발전, 지역난방공사, 수자원공사, SK E&S, GS EPS, GS 파워, 포스코에너지, 씨지애플촌전력, 평택에너지서비스, 대륜발전, 에스파워, 포천파워, 동두천드림파워, 파주에너지서비스, GS동해전력, 포천민자발전, 신평택발전, 나래에너지서비스, 고성그린파워가 공급의무사에 포함.

#### □ RPS의 추진 목적<sup>39)</sup>

- 재생에너지 보급 확대
- 원간, 사업자간 경쟁과 시장원리 도입으로 비용절감 및 신기술개발 유도하여 경제성 제고 및 관련 산업경쟁력 강화
- 대규모 신재생에너지 시장 창출로 국내 업계 투자 유도 및 산업 육성
- 전력산업기반기금을 재원으로 하는 발전차액지원제도의 과도한 재정부

37) 본 연구의 대상은 재생에너지이지만, 제도는 신에너지와 재생에너지를 구분하지 않음. 제도 설명 시, 재생에너지와 신에너지를 구분하지 않고 신재생에너지로 통합하여 지칭함.

38) [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_rps/intro\\_rps.do?gubun=A](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_rps/intro_rps.do?gubun=A)(최종접속일 : 2022.6.24).

39) [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_rps/intro\\_rps.do?gubun=B](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_rps/intro_rps.do?gubun=B)(최종접속일 : 2022.6.24).

## 답 완화

- 연도별 공급의무비율은 '12년 2.0%에서 '22년 12.5%로 증가하였으며, '26년 25%로 상승할 예정임.

〈부표-1〉 연도별 공급의무량 및 공급의무비율

	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26
비율 (%)	2.0	2.5	3.0	3.0	3.5	4.0	5.0	6.5	7.0	9.0	12.5	14.5	17.0	20.5	25.0
공급의무량 GWh	6,420	9,210	11,577	12,375	15,081	17,039	21,999	26,966	31,404	39,206	58,749	-	-	-	-
천REC	내용 없음	내용 없음	내용 없음	내용 없음	내용 없음	내용 없음	내용 없음	내용 없음	35.588	47.439	78.724	내용 없음	내용 없음	내용 없음	내용 없음

주 : 1REC=1MWh

자료 : 신재생에너지센터, [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_rps/intro\\_rps.do?gubun=B](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_rps/intro_rps.do?gubun=B)(최종 접속일 : 2022.6.24).

## □ 공급의무량 산정 기준

- 공급의무량은 공급인증서를 기준으로 산정되며, 공급의무자는 의무량을 달성하기 위해 공급인증서를 획득해야 함.<sup>40)</sup>
- 공급인증서란 “발전사업자가 신재생에너지 설비를 이용하여 전기를 생산·공급하였음을 증명하는 인증서”를 말함.
  - 신재생에너지원별 가중치란 “공급인증서 발급을 위하여 지침 별표2에 따라 실제 전력공급량에 곱하는 계수”를 말함.
  - '21년 7월, 3차 개정을 통해서 가중치 체계를 개편함.<sup>41)</sup>
  - REC(Renewable Energy Certificate)란 “공급인증서의 발급 및 거래 단위로써 공급인증서 발급대상 설비에서 공급된 MWh 기준의 신재생 에너지 전력량에 대해 가중치를 곱하여 부여하는 단위”를 의미함.
- 공급인증서 기준 의무공급량=의무공급량×환산비율<sup>42)</sup>

40) 공급인증서 발급 및 거래시장 운영에 관한 규칙, 제3조6항, 8항, 9항.

41) 산업부 보도자료(21.7.28) '신재생에너지 공급의무화 제도(RPS) 고시 일부 개정안 시행'.

42) 공급인증서 발급 및 거래시장 운영에 관한 규칙, 제37조1항. 신재생에너지 공급의무화제도 관리 및 운영지침, 별표1.

- 환산비율=직전년도 공급인증서 총 발급량(REC 단위) ÷ 직전년도 공급인증서 총 발급량에 대한 발전량(MWh 단위)
  - 의무공급량=전년도 신재생에너지 발전량 제외 총발전량×의무비율
  - 공급인증서의 유효기간은 '신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법'에 따라 발급받은 날부터 3년임.
  - '22년 총의무공급량은 MWh 기준 58,749,261MWh이며, REC 기준 78,724,010REC임.
- 공급의무자는 자신의 공급의무량 20% 이하를 3년 기한으로 이행 연기(borrowing)할 수 있음.<sup>43)</sup>
- 초과 달성한 이행량은 예치(banking) 가능

---

43) [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_rps/intro\\_rps.do?gubun=B](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_rps/intro_rps.do?gubun=B)(최종접속일 : 2022.6.24). '14년까지는 의무공급량의 30% 허용.

〈부표-2〉 공급의무자별 별도 의무공급량 산정기준

□ 공급의무자별 별도 의무공급량

○ 공급의무자별 별도 의무공급량(GWh)

= 영 별표4에 따른 연도별 의무공급량(GWh) × 공급의무자별 분담률(%)

□ 공급의무자별 분담률(%)

구분		대상자		그룹간 분담율	공급의무자별 분담률(%)
그룹 I	설비용량 5,000MW 이상	6사	한국수력원자력 한국남동발전, 한국중부발전 한국서부발전, 한국남부발전 한국동서발전	$\frac{RPG_I}{RPG_T}$	$\frac{RPG_I}{RPG_T} \times \frac{1}{n_I}$
그룹 II	설비용량 5,000MW 미만	7사	한국지역난방공사 한국수자원공사 Kpower GS EPS GS 파워 포스코파워 MPC(울진)	$\frac{RPG_{II}}{RPG_T}$	$\frac{RPG_{II}}{RPG_T} \times \frac{1}{n_{II}}$

주 : 1)  $RPG_T$ : 공급의무자 전체 기준발전량의 합.

$RPG_I$ : 그룹 I에 속하는 공급의무자의 기준발전량의 합.

$RPG_{II}$ : 그룹 II에 속하는 공급의무자의 기준발전량의 합.

$n_I$ : 그룹 I에 속하는 공급의무자 수.

$n_{II}$ : 그룹 II에 속하는 공급의무자 수.

기준발전량은 직전 3년(n-1, n-2, n-3) 평균 기준발전량으로 한다.

2) 그룹간 분담률은 소수점 둘째자리에서 절사하고 절사로 인한 잔여분은 그룹 I에 할당한다.

3) 그룹내 공급의무자별 분담률은 소수점 둘째자리에서 절사하고 절사로 인한 잔여분은 그룹내 최대 사업자에게 할당한다.

4) 대상자 변경시 변경내역을 반영하여 위의 산식에 따라 재산정한다.

□ 태양광, 해상풍력 가중치 개정 내역

〈부표-3〉 태양광, 해상풍력 가중치 개정 내역

구분	제도시행('12.1)			1차 개정('14.9)			2차 개정('18.6)			3차 개정('21.7)		
태양광	0.7	전, 답, 과수원, 옥장용지, 임야		0.7	3MW 초과		0.7	3MW 초과		0.8	3MW 초과	
	1.0	30kW 초과		1	일반부지 100kW 이상		1.0	일반부지 100kW 이상		1.0	일반부지 100kW 이상	
	1.2	30kW 이하		1.2	100kW 미만		1.2	100kW 미만		1.2	100kW 미만	
							0.7	임야		0.5	임야	
	1.5	건축물 등 기존 시설물 이용	1	3MW 초과		1.0	3MW 초과		1.0	3MW 초과		
			1.5	3MW 이하		1.5	3MW 이하		1.5	3MW 이하		
	1.5		수상			1.5	수상			1.2	3MW 초과	
								1.4	수상 100kW 이상			
								1.6	100kW 미만			
						1.0		자가용		1.0	자가용	
5.0	ESS (태양광 연계)			5.0	ESS		18~'19년					
				4.0	태양광연계)		20년					
해상풍력	1.5	해상풍력(계통연계 지원시)		1.5	해상풍력(연계거리 5km이하)		2.0	5km이하		2.0	연안상풍력 간석지 등	
	2	해상풍력(계통연계 미지원시)	2.0	해상풍력 연계거리 5km 초과	고정형 변동형	2.5	5~10km		2.5	해상풍력 그 외		
						3.0	10~15km		기본가중치 +연계거리가중치(5km 이상) +수심가중치(20m 이상)			
						3.5	15km초과					

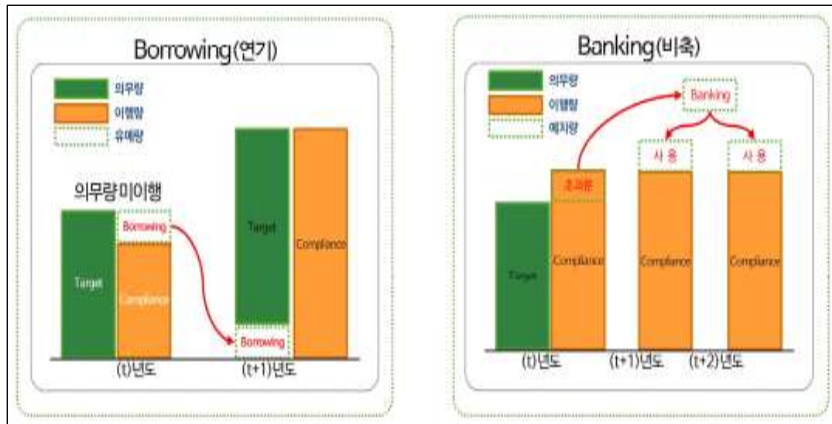
자료 : 조상민(2021, p.13)

〈부표-4〉 2022년도 공급의무자별 의무공급량

구분		의무공급량(MWh)	의무공급량(REC)
그룹 I	한국수력원자력	9,547,185	12,793,228
	한국남동발전	6,609,089	8,856,179
	한국중부발전	7,420,869	9,943,964
	한국서부발전	6,852,132	9,181,857
	한국남부발전	7,692,343	10,307,740
	한국동서발전	6,630,739	8,885,190
그룹 II	한국지역난방공사	1,404,085	1,881,474
	한국수자원공사	91,601	122,745
	SK E&S	956,380	1,281,549
	GS EPS	1,078,247	1,444,851
	GS 파워	573,769	768,850
	포스코에너지	1,597,273	2,140,346
	씨지애플존전력	830,021	1,112,228
	평택에너지서비스	378,539	507,242
	대륜발전	131,655	176,418
	에스파워	640,220	857,895
	포천파워	511,290	685,129
	동두천드림파워	730,376	978,704
	파주에너지서비스	1,317,725	1,765,752
	GS동해전력	891,934	1,195,192
	포천민자발전	571,611	765,959
	신평택발전	698,954	936,598
	나래에너지	580,166	777,422
	고성그린파워	1,013,058	1,357,498
	합계	58,749,261	78,724,010

자료 : 산업통상자원부 공고 제2022-101호.

[부도-1] REC 유연성 메커니즘



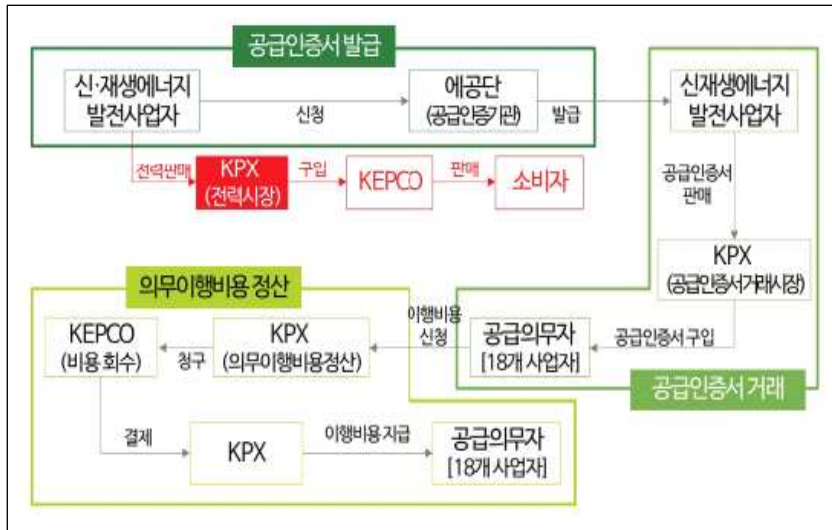
자료 : 김철호(2017, p.118).

□ 공급의무 미이행

- 공급의무자가 의무를 미이행했을 때는 미이행량에 대하여 공급인증서 평균가격의 150% 이내에서 과징금을 부과받게 됨.<sup>44)</sup>
- 신재생에너지 공급인증서 발급은 한국에너지공단의 신재생에너지센터가 맡고 있으며, 공급인증서 거래와 의무이행비용 정산은 전력거래소에서 일어남.
  - 한전은 의무공급자의 공급의무량 달성을 위한 의무이행 비용을 정산해줌.

44) [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_rps/intro\\_rps.do?gubun=C](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_rps/intro_rps.do?gubun=C)(최종접속일 : 2022.6.24).

[부도-2] RPS 제도 운영체계



자료 : 김철호(2017, p.120).

[부도-3] REC 거래시장 구조



주 : 원출처는 광왕신(2017, p.16).

자료 : 이석호·조상민(2017, p.16).

□ REC 거래 시장

- REC 거래는 고정가격계약 경쟁입찰시장, (수의)계약시장, 현물시장, 자체건설 시장으로 나눌 수 있음.
  - 공급의무사는 위 시장을 통해서 REC를 획득하고 의무공급량을 달성함.
  - 고정가격계약 경쟁입찰시장은 현재 태양광을 대상으로만 이루어짐.

〈부표-5〉 신재생에너지원별 진입 REC 시장

	선정입찰	수의계약	자체건설	현물시장
태양광	●	◐	◐	●
풍력	○	●	◐	○
연료전지	○	●	◐	○
기타	○	◐	◐	●

주: ●: 주요, ◐: 보조, ○: 제한.  
자료: 조상민(내부자료).

- 태양광 REC 거래의 대표적인 시장은 선정입찰(고정가격계약 경쟁입찰) 시장임.<sup>45)</sup>
  - 고정가격계약 경쟁입찰 시장은 공급의무자의 선정의뢰에 따라 시행되며, 낙찰된 프로젝트는 공급의무자와 20년간 고정가격 계약을 체결함.
  - '22년 상반기 태양광 고정가격계약 경쟁입찰 공고 물량은 2GW임.
  - 설비용량별 입찰 구간은 100kW 미만, 100kW 이상 ~ 500kW 미만, 500kW 이상 ~ 3MW 미만, 3MW 이상 4그룹으로 나눔.
  - 탄소배출량 검증인정서 최초 발급시점('20.9.16)을 기준으로 참여시장을 나누고, '설비용량'과 '탄소검증제 도입시점'을 기준으로 총 7개 입찰 그룹으로 분리
  - 전체 공고량의 20%를 소규모 사업자(100kW 미만 구간)에 우선 배분
  - 전체 공고용량의 20%를 3MW 이상 구간에 우선 배분

45) 신재생에너지 공급의무화제도 및 연료 혼합의무화제도 관리·운영지침 제10조  
신재생에너지센터 공고 제2022-13호.

[부도-4] 고정가격계약 입찰제도 운영 절차

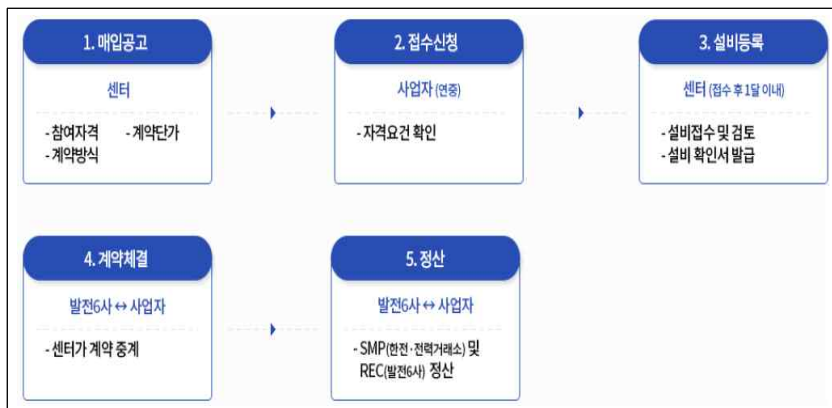


자료 : [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_rps/intro\\_price.do?gubun=C](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_rps/intro_price.do?gubun=C)(최종접속일 : 2022.6.24).

- “소규모 태양광 발전사업자의 안정적인 수익 창출과 전기 판매절차의 편의성을 제고”하기 위해 '18년 한국형 FiT를 5년 한시로 도입<sup>46)</sup>
  - 30kW 미만 발전소 또는 농·축산·어민, 협동조합이 운영하는 100kW 미만 발전소 대상으로 한국형 FiT 시행
  - 한국형 FiT 구매가격은 전년도 상, 하반기 고정가격계약 경쟁입찰 100kW 미만 평균가격 중 높은 가격으로 6개 공급의무사와 20년 고정가격계약을 체결함.
  - 6대 의무사: 공급의무사 중 그룹 I에 속한 기업으로 한국수력원자력, 한국남동발전, 한국중부발전, 한국서부발전, 한국남부발전, 한국동서발전임.

46) [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_rps/intro\\_fit.do?gubun=A](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_rps/intro_fit.do?gubun=A)(최종접속일 : 2022.6.24). 보도자료(산업통상자원부, '18.7.11, '소규모 태양광 발전사업자를 위한 한국형 발전차액지원제도 본격 시행').

[부도-5] 한국형 FiT 진행 절차



자료 : [https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new\\_rps/intro\\_price.do?gubun=C](https://www.knrec.or.kr/biz/introduce/new_rps/intro_price.do?gubun=C) (최종접속일 : 2022.6.24).

〈부표-6〉 장기고정가격 입찰계약 및 한국형 FiT 제도 비교

구분	장기고정가격 입찰계약	한국형 FiT
참여대상	제한 없음	30kW 미만 : 제한없음 100kW 미만 : 농축산어민 및 협동조합
계약기간	20년	20년
입찰여부	입찰 참여 (경쟁방식)	별도입찰 없음
고정가격 (SMP+1REC)*	180,030원 (‘18년 상반기 입찰 낙찰평균가)	189,175원 (‘18년 한국형 FiT 매입가격)
구매물량	연 500MW 내외	제한 없음
신청기간	연 2회	연중

주 : ‘18년 한국형 FiT 도입 당시 기준.

자료 : [https://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs\\_seq\\_n=160642&bbs\\_cd\\_n=81](https://www.motie.go.kr/motie/ne/presse/press2/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=160642&bbs_cd_n=81)(최종접속일 : 2022.6.24).

## 재생에너지 확대가 고용에 미치는 영향

- |           |  |
|-----------|--|
| ▪ 발행연월일   | 2022년 12월 26일 인쇄<br>2022년 12월 30일 발행   |
| ▪ 발 행 인   | 김 승택 원장직무대행  |
| ▪ 발 행 처   | <b>한국노동연구원</b><br>30147 세종특별자치시 시청대로 370<br>세종국책연구단지 경제정책동<br>☎ 대표 (044) 287-6080 Fax (044) 287-6089 |
| ▪ 조판 · 인쇄 | 거목정보산업(주) (044) 863-6566   |
| ▪ 등 록 일 자 | 1988년 9월 13일   |
| ▪ 등 록 번 호 | 제13-155호   |

※ 본 보고서의 내용은 한국노동연구원의 사전 승인 없이 전재 및 역재할 수 없습니다.

ISBN 979-11-260-0630-4 (비매품)

재생에너지 확대가 고용에  
미치는 영향

